

ANNEE 2021 THESE : 2021 – TOUT 3 – 4011

MISE EN PLACE DE CAS CLINIQUES INTERACTIFS DE NEUROLOGIE SUR LA PLATEFORME MOODLE DE L'ENVT

THESE
pour obtenir le titre de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

PLANES Pauline
Née le 13/04/1996 à PAU (64)

Directrice de thèse : Mme Alexandra DEVIERS

JURY

PRESIDENTE :
Mme Isabelle BERRY

Professeure à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESSEURS :
Mme Alexandra DEVIERS
M. Giovanni MOGICATO

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie – Thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **PETIT Claude**, (Emérite) - *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et Économie de la santé animale*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie- Bactériologie-Pathologie infectieuse*
Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales réglementées*
Mme **WARET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

CHARGES D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **FERCHIOU Ahmed**, *Economie, production animale*,
M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophthalmologie*
Mme **SOUVESTRE Marie**, *Production et pathologie aviaire*
Mme **TOUSSAIN Marion**, *Pathologie des équidés*

ENSEIGNANT DE PREMIERE ANNEE COMMUNE AUX ETUDES VETERINAIRES

- Mme **GAUCHARD Cécile**, *Biologie-écologie-santé*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M **BESSIERE Pierre**, *Microbiologie infectiologie*
Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
M. **LESUEUR Jérémie**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*
M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

Remerciements

A ma Présidente de thèse,

Madame le Professeur Isabelle BERRY

Professeur des Universités

Université Paul Sabatier de Toulouse

Praticien hospitalier

Biophysique - Imagerie médicale

Pour avoir accepté la présidence de mon jury de thèse. Hommages respectueux.

A ma directrice de thèse,

Madame le Docteur Alexandra DEVIERS

Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie- Imagerie médicale

Qui a accepté d'encadrer ce projet et m'a guidée et aidée tout au long de sa réalisation. Pour ses conseils et le temps consacré. Qu'elle trouve ici toute l'expression de ma gratitude.

A mon deuxième assesseur,

Monsieur le Professeur Giovanni MOGICATO

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie – Imagerie médicale

Qui m'a fait l'honneur d'accepter le rôle d'assesseur de cette thèse. Sincères remerciements.

A la clinique Onlyvet à Lyon,

Et plus particulièrement au Dr Lucile GIRAUD, vétérinaire neurologue

Qui m'a transmis son intérêt pour la neurologie avec beaucoup de bienveillance et de pédagogie et qui m'a permis de recueillir mes différents cas cliniques. Qu'elle trouve ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

Table des matières

Liste des figures	9
Liste des tableaux	11
Liste des abréviations	13
Introduction	15
I. Un nouvel outil pédagogique pour l'enseignement de la neurologie canine à l'ENVT ?	17
A. Les différentes méthodes d'enseignements de la neurologie canine.....	17
1. Méthodes d'enseignements actuelles de la neurologie canine à l'ENVT	17
2. Vers un concept d'hôpital virtuel	19
B. Enquête sur les connaissances et le ressenti des étudiants vétérinaires face à une consultation de neurologie canine	20
1. Matériel et méthodes	20
a) <i>Élaboration du questionnaire</i>	<i>20</i>
b) <i>Collecte et analyse des données.....</i>	<i>21</i>
2. Résultats et interprétation	21
a) <i>Description de l'échantillon</i>	<i>21</i>
b) <i>État des lieux du ressenti des étudiants face à une consultation de neurologie canine.....</i>	<i>23</i>
c) <i>Engouement et attentes des étudiants vis-à-vis de ce module pédagogique.....</i>	<i>29</i>
d) <i>Limites du questionnaire.....</i>	<i>29</i>
3. Synthèse de l'enquête et objectifs de la plateforme.....	30
II. Conception de la plateforme pédagogique et des cas cliniques sur Moodle	31
A. Matériel et méthodes	31
1. Conception du support sur la réalisation d'un examen neurologique.....	31
a) <i>Récolte des illustrations et des vidéographies.....</i>	<i>31</i>
b) <i>Organisation générale du support.....</i>	<i>32</i>
2. Conception des cas cliniques.....	32
a) <i>Récolte des cas</i>	<i>32</i>

b) <i>Architecture des cas</i>	33
3. Logiciel et plateforme de formation	34
a) <i>Logiciel : Opale</i>	34
b) <i>Plateforme de formation : Moodle</i>	37
B. Résultats	40
1. Support sur la réalisation de l'examen neurologique	40
2. Monographie des quatre cas cliniques de neurologie	41
a) <i>Jeepsy : un syndrome vestibulaire périphérique lié à une otite bilatérale</i>	41
b) <i>Sparrow : une ataxie cérébelleuse liée à une hydrocéphalie congénitale</i>	54
c) <i>Innaruk : une atrophie des muscles masticateurs liée à une tumeur trigémينية</i>	65
d) <i>Caramel : une paraplégie liée à une luxation vertébrale</i>	75
C. Limites et perspectives du projet	86
1. Limites	86
a) <i>Longueur et niveau des cas</i>	86
b) <i>Accompagnement des étudiants</i>	86
c) <i>Une plateforme non exhaustive</i>	86
d) <i>Manque de recul sur l'utilisation du site et la progression des étudiants</i>	87
2. Perspectives	87
a) <i>Mises à jour et ajouts de nouveaux cas</i>	87
b) <i>Ajout de nouveaux contenus</i>	88
Conclusion	89
Références	91
Annexes	97

Liste des figures

Figure 1 : Répartition des répondants en fonction des écoles (n=350).....	22
Figure 2 : Répartition des répondants en fonction des années scolaires (n=350) ...	22
Figure 3 : Connaissance des structures, des trajets nerveux et de la réponse attendue lors de la réalisation de l'examen neurologique (n=350)	23
Figure 4 : Maîtrise du recueil des données relatives à l'anamnèse et aux commémoratifs en fonction des années scolaires (n=258).....	24
Figure 5 : Maîtrise de la démarche de neurolocalisation en fonction des années scolaires (n=258)	25
Figure 6 : Maîtrise de la formulation d'hypothèses diagnostiques en fonction des années scolaires (n=258).....	26
Figure 7 : Maîtrise de la proposition d'examens complémentaires en fonction des années scolaires (n=256).....	27
Figure 8 : Ressenti général des étudiants face à une consultation de neurologie (n=256).....	28
Figure 9 : Structuration d'un module Opale : exemple du cas clinique de Jeepsy...	35
Figure 10 : Structuration d'une liste d'exercices.....	36
Figure 11 : Ajout dans Moodle du support Web Aurora généré par Opale.	37
Figure 12 : Présentation de l'interface visible sur Moodle : exemple du cas clinique de Jeepsy.....	38
Figure 13 : Examen de la face de Jeepsy.	42
Figure 14 : Reconnaître le type d'ataxie suite à l'examen neurologique à distance.	43
Figure 15 : Distinguer une ataxie vestibulaire périphérique d'une ataxie vestibulaire centrale suite à l'examen neurologique rapproché.	44
Figure 16 : Images tomodensitométriques du crâne, de l'encéphale et des bulles tympaniques de Jeepsy, avec injection de produit de contraste iodé.....	46
Figure 17 : Schématisation de l'oreille interne chez le chien.....	48
Figure 18 : Zones de prélèvements de la bulle tympanique pour réaliser une myringocentèse ou une myringotomie.	49
Figure 19 : Images tomodensitométriques de la tête de Sparrow.	58
Figure 20 : (A) Vue latérale gauche schématique du système ventriculaire chez le Chien. (B) Vue dorsale schématique du système ventriculaire chez le Chien....	59

Figure 21 : Radiographie post-opératoire suite à la mise en place d'un shunt ventriculo-péritonéal chez un chiot bouledogue français de presque 9 semaine.	63
Figure 22 : Examen de la face d'Innaruk.....	66
Figure 23 : Examen IRM de la tête d'Innaruk.	68
Figure 24 : Les différentes branches du nerf trijumeau et leurs trous de sortie respectifs.....	69
Figure 25 : Le nerf trijumeau et ses branches.	71
Figure 26 : Images tomodensitométriques de la colonne vertébrale de Caramel. ...	78
Figure 27 : Schématisation de la moelle spinale et de ses différentes fibres en coupe transversale.	79
Figure 28 : Segmentation schématique de la moelle spinale.	80
Figure 29 : Schématisation de l'innervation de la vessie.....	81
Figure 30 : Méthode des « trois compartiments » permettant de juger de la stabilité d'une fracture vertébrale.	83
Figure 31 : Exemple de gestion chirurgicale lors d'une fracture/luxation vertébrale.	84

Liste des tableaux

Table 1 : Contenu des différentes sections du support sur la réalisation de l'examen neurologique.	40
Table 2 : Étiologies possibles lors de syndrome vestibulaire périphérique.....	45
Table 3 : Signes cliniques observables lors d'atteinte du cortex, du diencephale, du tronc cérébral, du cervelet, du système vestibulaire et de la moelle spinale.	55
Table 4 : Étiologies possibles lors d'atteinte centrale diffuse.....	56
Table 5 : Branches du nerf trijumeau testées lors de la réalisation de l'examen de la face et des nerfs crâniens.	72
Table 6 : Estimation du stade clinique lors d'une atteinte médullaire.	76
Table 7 : Étiologies possibles lors d'atteinte focale aiguë de la moelle spinale.	77

Liste des abréviations

- 1A** : Étudiant en première année
- 2A** : Étudiant en deuxième année
- 3A** : Étudiant en troisième année
- 4A** : Étudiant en quatrième année
- 5A** : Étudiant en cinquième année
- AVP** : Accident de la Voie Publique
- BID** : *Bis in Die* – deux fois par jour
- CHUV** : Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire
- CN** : Chien
- CT** : Chat
- DEFV** : Diplôme d'Études Fondamentales Vétérinaires
- ENVT** : École Nationale Vétérinaire de Toulouse
- IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique
- LCS** : Liquide cébrospinal
- LMS** : Learning Management System
- MNC** : Motoneurone central
- MNP** : Motoneurone périphérique
- PIF** : Péritonite Infectieuse Féline
- PO** : *Per Os* – voie orale
- QCU** : Question à Choix Unique
- QCM** : Question à Choix Multiples
- SID** : *Semel in Die* – une fois par jour
- TDM** : Tomodensitométrie

Introduction

En médecine vétérinaire, l'établissement d'un diagnostic neuro-anatomique précis repose sur la réalisation d'un examen neurologique rigoureux et systématique ainsi que sur la mobilisation de nombreuses connaissances théoriques, notamment en anatomie fonctionnelle. Une fois le diagnostic établi, le praticien vétérinaire propose les examens complémentaires puis les traitements adéquats afin de soigner l'animal.

Malgré les cours magistraux, les travaux dirigés et les rotations cliniques effectués lors du cursus vétérinaire, les étudiants éprouvent des difficultés à maîtriser les différentes étapes d'une consultation de neurologie et à mettre en application leurs connaissances théoriques. De plus, le cadre de l'école ne permet pas d'aborder toutes les pathologies, le nombre de rotations en neurologie canine étant réduit et les motifs de consultation aléatoires. Ainsi, afin de mieux accompagner les étudiants dans leur transition entre théorie et mise en pratique et de leur permettre d'accéder à une plus grande variété de cas, un outil de mise en place des connaissances de neurologie sous la forme de cas cliniques interactifs en libre accès sur la plateforme Moodle de l'ENVT a été créé.

Ce manuscrit présente dans un premier temps les raisons ayant conduit à l'élaboration d'une telle plateforme. La deuxième partie reprend les étapes de la conception de cette plateforme, expose son contenu mais également ses limites et ses perspectives de développement.

I. Un nouvel outil pédagogique pour l'enseignement de la neurologie canine à l'ENVT ?

A. Les différentes méthodes d'enseignements de la neurologie canine

La médecine vétérinaire connaît des avancées continues, tant au niveau des connaissances théoriques que technologiques. De fait, les connaissances techniques et scientifiques exigibles pour l'obtention du Diplôme d'Études Fondamentales Vétérinaires (DEFV) sont de plus en plus nombreuses. Cette augmentation des attentes vis-à-vis des étudiants va de pair avec une augmentation des attentes vis-à-vis du personnel enseignant, à qui il est demandé d'enseigner des bases théoriques solides toujours plus nombreuses dans une durée de formation non extensible. Il faut donc trouver un moyen de développer des stratégies d'apprentissage efficaces, d'autant plus dans le contexte actuel de pandémie de Covid-19 qui a déjà privé de nombreux étudiants de formations théoriques et cliniques et qui a exigé le développement de la formation à distance.

1. Méthodes d'enseignements actuelles de la neurologie canine à l'ENVT

Au cours de la formation vétérinaire à l'ENVT, trois méthodes sont utilisées pour l'enseignement de la neurologie canine : les cours magistraux, les travaux dirigés et l'enseignement clinique au sein du Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire (CHUV).

Les cours magistraux permettent l'acquisition d'un grand nombre de connaissances théoriques en un minimum de temps. A l'ENVT, 20 heures de cours sont consacrées à l'enseignement de la neuroanatomie en deuxième année et 5 heures à la neurologie canine en troisième année. Ces cours sont extrêmement denses pour les étudiants qui ont souvent du mal à identifier les informations

essentielles qui leur serviront par la suite, d'autant plus que celles-ci sont souvent décontextualisées.

Afin d'assurer la maîtrise et la pérennité des connaissances enseignées, il est primordial que l'étudiant puisse les mettre en application lors de travaux pratiques et de rotations cliniques. En deuxième année, 20 heures de travaux dirigés sont dédiées à la neuroanatomie (dissection de l'encéphale, des nerfs crâniens et spinaux, etc). L'enseignement clinique débute dès la troisième année, mais l'étudiant n'a finalement accès qu'à très peu de consultations de neurologie durant son cursus. En effet, les étudiants ont au maximum quatre semaines de médecine interne par an en fonction des années, avec seulement une journée par semaine de médecine consacrée à la neurologie. Les motifs et le nombre de consultations étant variables, certains étudiants peuvent être amenés à ne rencontrer que très peu de cas neurologiques au cours de leur cursus, empêchant ainsi la mise en application et l'acquisition de certaines notions théoriques. Par ailleurs, les services étant compartimentés, l'étudiant ne perçoit souvent pas la globalité du cas et devra donc faire la démarche de consulter le dossier médical de l'animal s'il souhaite avoir les résultats d'imagerie et le suivi par exemple.

C'est pourquoi la mise en place de cas cliniques interactifs en neurologie canine peut constituer une aide pour les étudiants. L'objectif de ces cas est de mettre en scène des consultations (réelles ou fictives) dont l'étudiant est le premier acteur. L'étudiant est accompagné tout au long du cas dans sa démarche diagnostique à l'aide de questions à choix multiples ou de réponses courtes, intégrant des rappels théoriques. En accédant à une banque de cas cliniques variés, l'étudiant acquiert certains automatismes et se crée une référence personnelle de cas cliniques typiques qu'il peut réinvestir lors de futures consultations de neurologie. De plus, cela lui permet de suivre les cas dans leur intégralité, de l'anamnèse au suivi, en passant par le choix des examens complémentaires, le diagnostic et les traitements.

Ces cas ne remplacent en aucun cas l'enseignement clinique au sein du CHUV, mais permettent aux étudiants de participer à la gestion de cas qu'ils n'auraient pas eu l'occasion d'aborder ou qu'ils voudraient réaborder.

2. Vers un concept d'hôpital virtuel

Un projet d'hôpital virtuel à l'ENVT est actuellement en cours de discussion. Il s'agirait de proposer aux étudiants des cas cliniques interactifs dans différentes disciplines.

Ce type de projets existe déjà depuis plusieurs années dans les autres écoles vétérinaires françaises. On y retrouve entre autres des cas de neurologie [1] [2], urologie [3], hématologie [4], dermatologie [5] [6], endocrinologie [7], cardiologie [8], virologie [9], reproduction bovine [10] et médecine bovine [11].

Le bénéfice des cas cliniques interactifs en tant que complément pédagogique a été démontré par Picart [12] lors d'une thèse sur la mise en place d'un outil d'apprentissage de l'analyse du bilan de reproduction en élevage bovin laitier. Il a été démontré que le cas clinique interactif mis en ligne « amélior[ait] significativement les compétences de mémorisation et d'aptitude pratique d'après les étudiants ». L'attrait des étudiants pour ce type de support pédagogique était indéniable et ces derniers émettaient leur volonté de voir davantage de tels supports : « mettre en ligne de nombreux cas cliniques pourrait être intéressant pour les étudiants », « il suffirait d'en avoir d'autres comme ça pour assimiler plus simplement nos cours ».

Le développement de ce type de cas pourrait permettre d'assurer la formation continue malgré les contraintes sanitaires imposées par la pandémie actuelle de Covid-19. Avec ces cas interactifs, les étudiants pourraient continuer à se former depuis chez eux.

Avant de mettre en place des cas interactifs de neurologie canine à disposition des étudiants de l'ENVT, il paraissait intéressant d'effectuer une enquête sur les connaissances et le ressenti des étudiants vétérinaires face à une consultation de neurologie et de voir si de tels cas pourraient être bénéfiques. Ainsi, la première étape de ma thèse vétérinaire a consisté à réaliser cette enquête, dont la mise en place et les résultats sont présentés dans la section qui suit.

B. Enquête sur les connaissances et le ressenti des étudiants vétérinaires face à une consultation de neurologie canine

1. Matériel et méthodes

a) Élaboration du questionnaire

L'étude intitulée « Questionnaire préalable à la thèse : Mise en place de cas cliniques interactifs de neurologie canine en ligne » s'adressait aux étudiants vétérinaires actuels des quatre Écoles Nationales Vétérinaires françaises. Le questionnaire est présenté en **Annexe 1**.

L'objectif de l'enquête était de permettre aux étudiants vétérinaires actuels d'estimer objectivement leur propre niveau de compétence en neurologie canine. Elle visait également à savoir si les étudiants jugeaient utiles l'élaboration d'un module virtuel à visée pédagogique et si tel était le cas, ce qu'ils aimeraient y trouver.

L'étudiant commençait par renseigner des informations générales, à savoir l'école vétérinaire qu'il fréquentait ainsi que son année scolaire actuelle (première année, deuxième année, ...).

La première question était commune et accessible à tous les étudiants, sans distinction d'année scolaire. L'étudiant devait cocher chaque test dont il connaissait les structures et les trajets nerveux testés ainsi que la réponse attendue. Tous les niveaux pouvaient en effet y répondre car ces notions de neuro-anatomie sont généralement abordées dès la première année.

La suite du questionnaire était quant à elle réservée aux étudiants effectuant leurs rotations en clinique, à savoir aux troisièmes années et plus. Une question était dédiée à chaque étape d'une consultation de neurologie : récolte de l'anamnèse et des commémoratifs, démarche de neurolocalisation, établissement des hypothèses diagnostiques et choix des examens complémentaires adéquats. L'étudiant devait évaluer sa maîtrise de chaque étape selon le système de notation suivant :

- 1 = non acquis
- 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile ;

- 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante ;
- 4 = acquis.

A la suite de cette série de questions, les étudiants devaient estimer leur niveau de confiance global lorsqu'ils abordent une consultation de neurologie canine, en utilisant le même système de notation que précédemment.

Finalement, les étudiants étaient invités à dire ce qu'ils aimeraient trouver dans ce module pédagogique de neurologie canine sous forme de réponse libre.

b) Collecte et analyse des données

Afin d'être facilement accessible pour tous, l'enquête a été réalisée via l'application en ligne Google Form et a été diffusée aux étudiants des écoles vétérinaires françaises par le biais des listes de diffusion de chaque école et des réseaux sociaux tels que Facebook. Le questionnaire se voulait volontairement court pour récolter un maximum de réponses. En effet, le temps nécessaire pour le compléter était estimé à moins de cinq minutes.

Le questionnaire a été mis en ligne le 10 janvier 2021 et a été clôturé le 1^{er} avril 2021, lorsque le nombre de réponses stagnait. Au total, 350 réponses ont été récoltées.

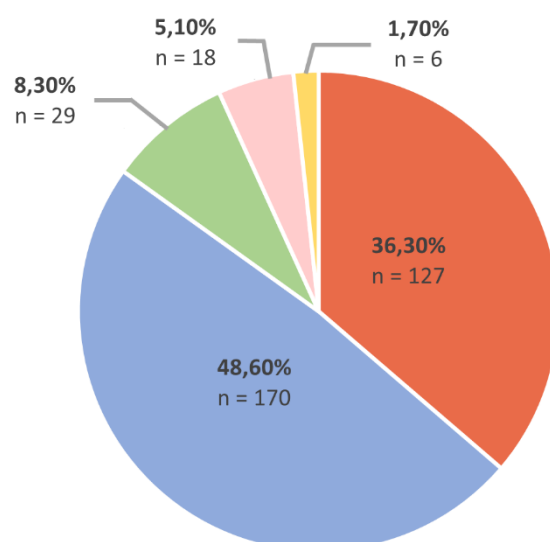
Pour l'analyse des données, le programme informatique Excel a été utilisé.

2. Résultats et interprétation

a) Description de l'échantillon

Parmi les 350 répondants, la grande majorité sont originaires de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon (48,60%) et de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse (36,30%). Les 15,10% restants sont répartis entre l'École Nationale Vétérinaire de Nantes, l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort et les Écoles Vétérinaires de Cluj (Roumanie) et de Liège (Belgique) [Figure 1].

Le questionnaire en ligne étant accessible depuis les réseaux sociaux publics, des étudiants n'effectuant pas leur cursus vétérinaire en France ont pu y accéder et y répondre.



Répartition des étudiants en fonction des écoles (n = 350)

■ ENVT ■ ENVL ■ ENVN ■ ENVA ■ Autres écoles (Cluj - Roumanie, Liège)

Figure 1 : Répartition des répondants en fonction des écoles (n=350)

Tous les niveaux sont représentés à peu près équitablement, excepté pour les premières années et les internes, moins nombreux, qui représentent respectivement 6,90% et 2,90% des répondants [Figure 2].

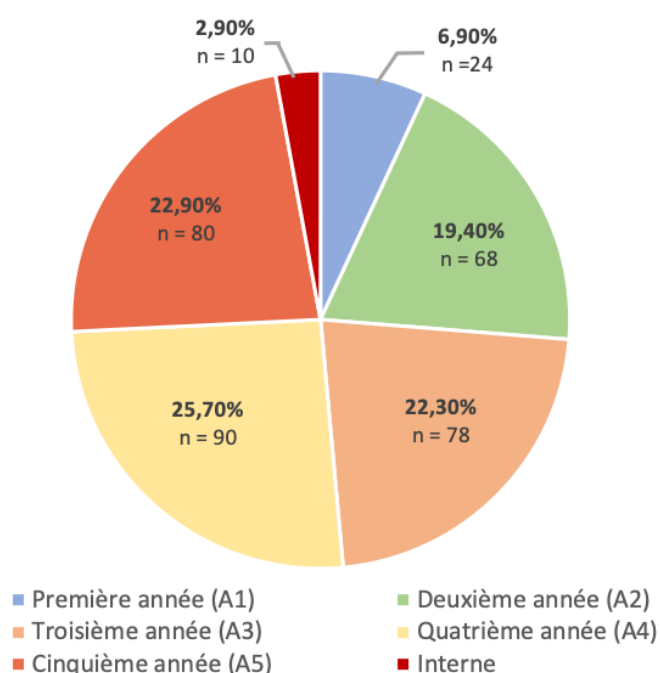


Figure 2 : Répartition des répondants en fonction des années scolaires (n=350)

b) État des lieux du ressenti des étudiants face à une consultation de neurologie canine

- Connaissance des structures, des trajets nerveux et de la réponse attendue lors de la réalisation de l'examen neurologique

Sur les 350 réponses, le constat est inquiétant car sur les quatorze tests nommés, seuls la réponse de clignement à la menace (86%), le réflexe palpébral (76,90%), les réflexes photomoteurs (74,30%) et le réflexe patellaire (68,60%) semblent à peu près maîtrisés par les étudiants. Les autres tests sont acquis par moins d'un étudiant sur deux, avec une quasi méconnaissance du réflexe oculocéphalique (8%) et du réflexe gastrocnémien (7,70%) [Figure 3].

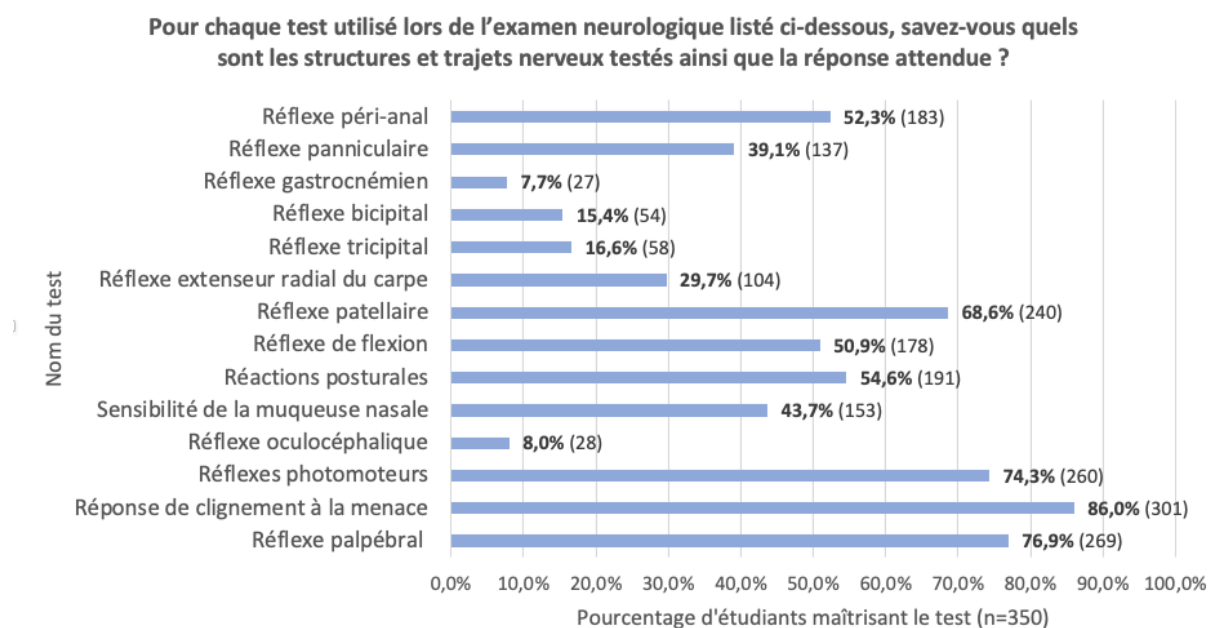


Figure 3 : Connaissance des structures, des trajets nerveux et de la réponse attendue lors de la réalisation de l'examen neurologique (n=350)

Les autres questions n'étaient accessibles qu'aux étudiants effectuant leurs rotations cliniques (soit 258 répondants). Les résultats sont présentés dans l'ordre de déroulement d'une consultation de neurologie canine.

- Recueil des données relatives à l'anamnèse et aux commémoratifs

Les réponses suivent une progression logique. En effet, au fur et à mesure des années, les étudiants semblent plus autonomes et confiants pour procéder au recueil de l'anamnèse et des commémoratifs. Parmi les 5A et les internes, la plupart estiment avoir une maîtrise satisfaisante voire totale de cette compétence [Figure 4].

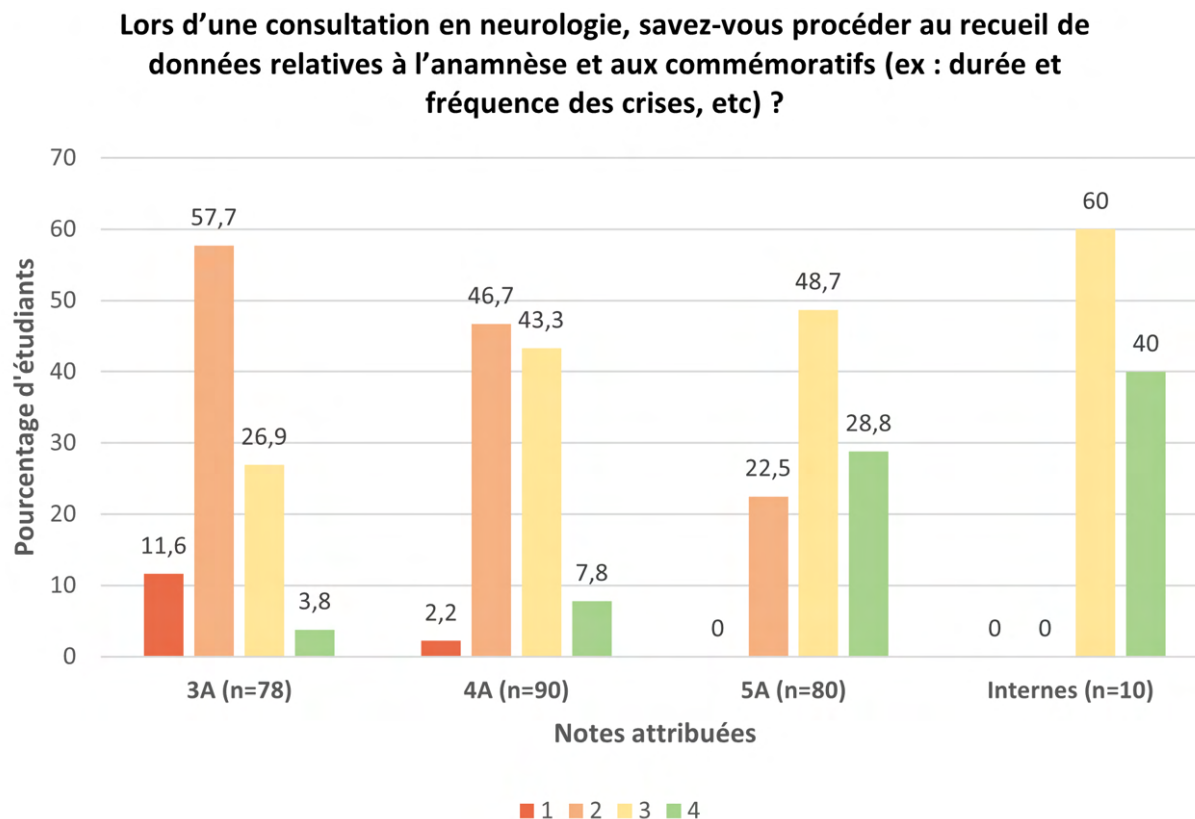


Figure 4 : Maîtrise du recueil des données relatives à l'anamnèse et aux commémoratifs en fonction des années scolaires (n=258)

1 = non acquis ; 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile ; 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante ; 4 = acquis.

3A = étudiant en troisième année ; 4A = étudiant en quatrième année ; 5A = étudiant en cinquième année.

- Démarche de neurolocalisation

Les étudiants semblent rencontrer plus de difficultés au cours de cette étape puisqu'il n'y a pas de réelle progression notable quant à l'acquisition de cette démarche au cours des années d'études. En effet, peu importe le niveau, approximativement un étudiant sur deux estime avoir une maîtrise fragile de cette compétence [Figure 5].

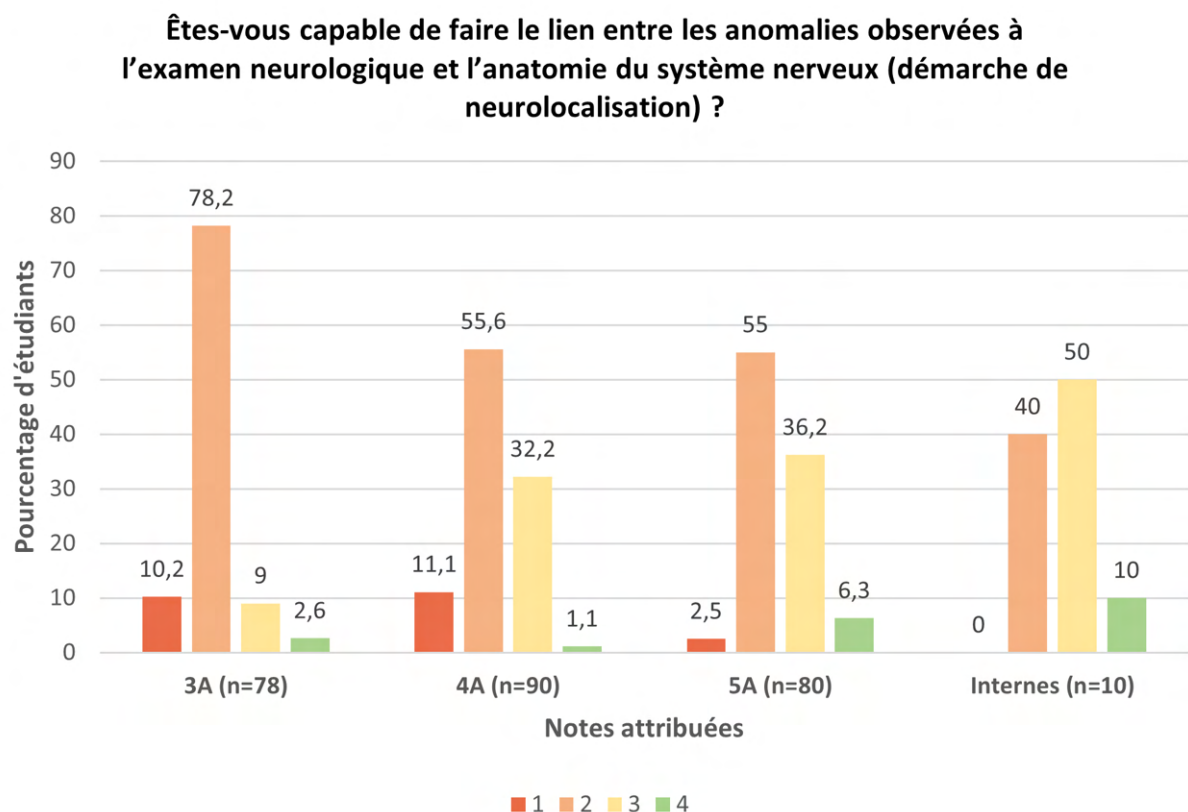


Figure 5 : Maîtrise de la démarche de neurolocalisation en fonction des années scolaires (n=258)

1 = non acquis ; 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile ; 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante ; 4 = acquis.

3A = étudiant en troisième année ; 4A = étudiant en quatrième année ; 5A = étudiant en cinquième année.

- Formulation d'hypothèses diagnostiques suite à la réalisation de l'examen neurologique

Le constat est le même que pour l'étape précédente puisqu'il n'y a pas une progression satisfaisante dans la capacité à formuler des hypothèses diagnostiques au cours des années d'études. Mis à part les internes, plus de 66% des étudiants de chaque promotion estiment avoir une maîtrise fragile de cette compétence [Figure 6].

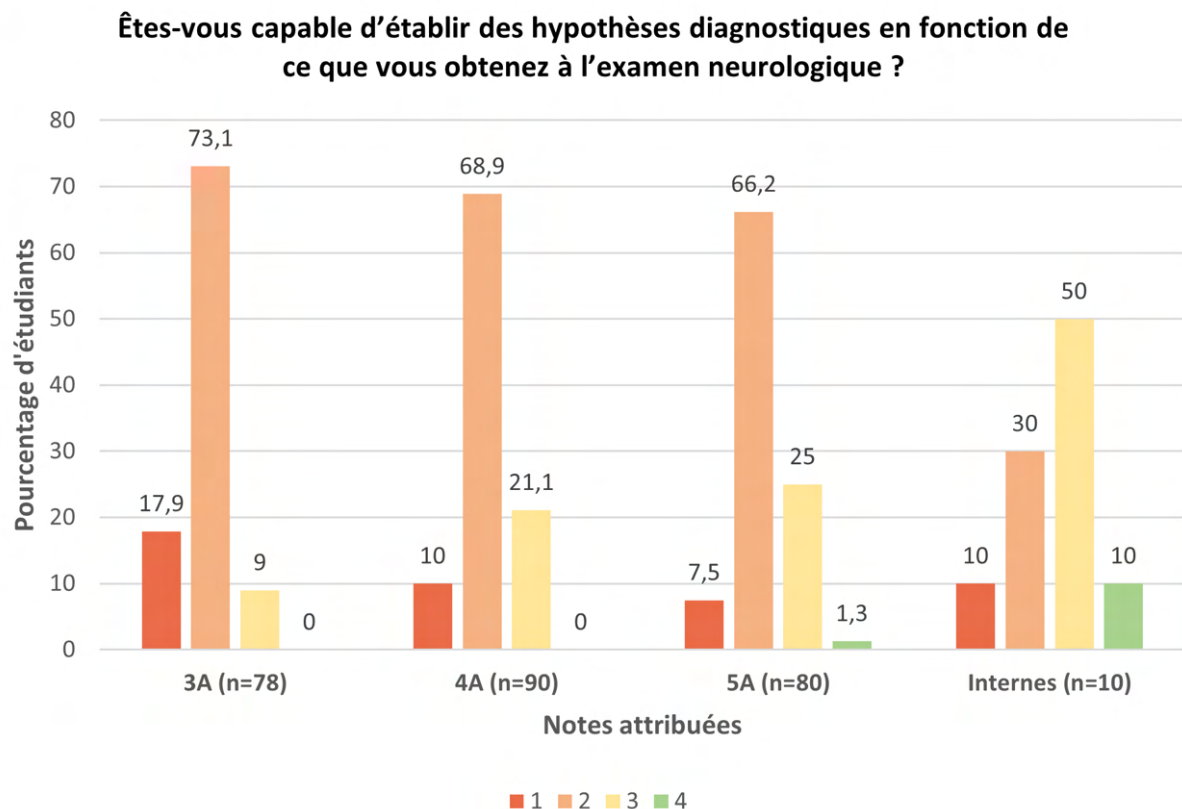


Figure 6 : Maîtrise de la formulation d'hypothèses diagnostiques en fonction des années scolaires (n=258)

1 = non acquis ; 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile ; 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante ; 4 = acquis.

3A = étudiant en troisième année ; 4A = étudiant en quatrième année ; 5A = étudiant en cinquième année.

- Proposition d'examens complémentaires adaptés suite à la réalisation de l'examen neurologique

Bien que les différences entre les promotions ne soient pas flagrantes, les étudiants semblent plus confiants lors de cette étape. Quelque soit le niveau, environ 70% des étudiants estiment avoir une maîtrise fragile à satisfaisante de cette compétence [Figure 7].

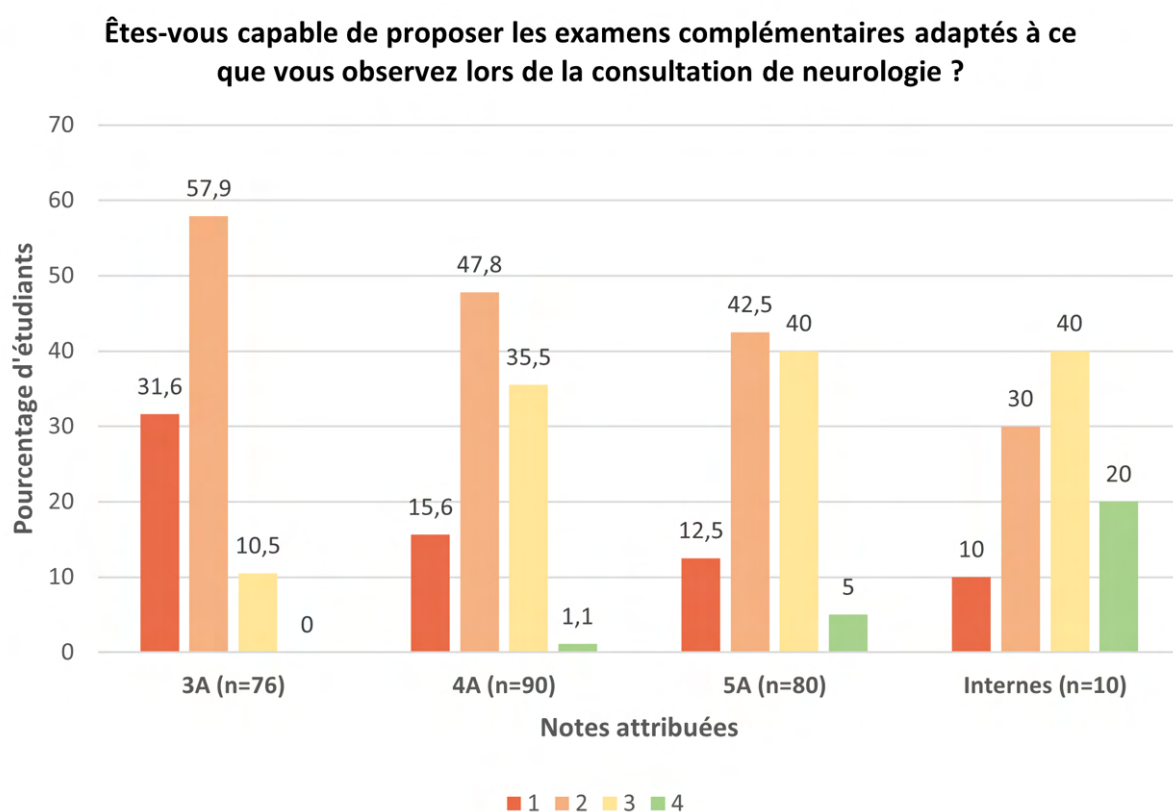


Figure 7 : Maîtrise de la proposition d'examens complémentaires en fonction des années scolaires (n=256)

1 = non acquis ; 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile ; 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante ; 4 = acquis.

3A = étudiant en troisième année ; 4A = étudiant en quatrième année ; 5A = étudiant en cinquième année.

- Ressenti général des étudiants face à une consultation de neurologie

Le constat est sans appel : plus d'un étudiant sur deux estime avoir une maîtrise fragile de l'approche globale d'une consultation de neurologie canine. Autrement dit, près de la moitié des étudiants ont la sensation d'avoir des bases fragiles en neurologie et en anatomie en arrivant en clinique. Parmi les 256 répondants, seulement 12% d'entre eux estiment avoir une maîtrise satisfaisante du sujet et aucun d'entre eux ne se sent pleinement confiant lors d'une consultation de neurologie [Figure 8].

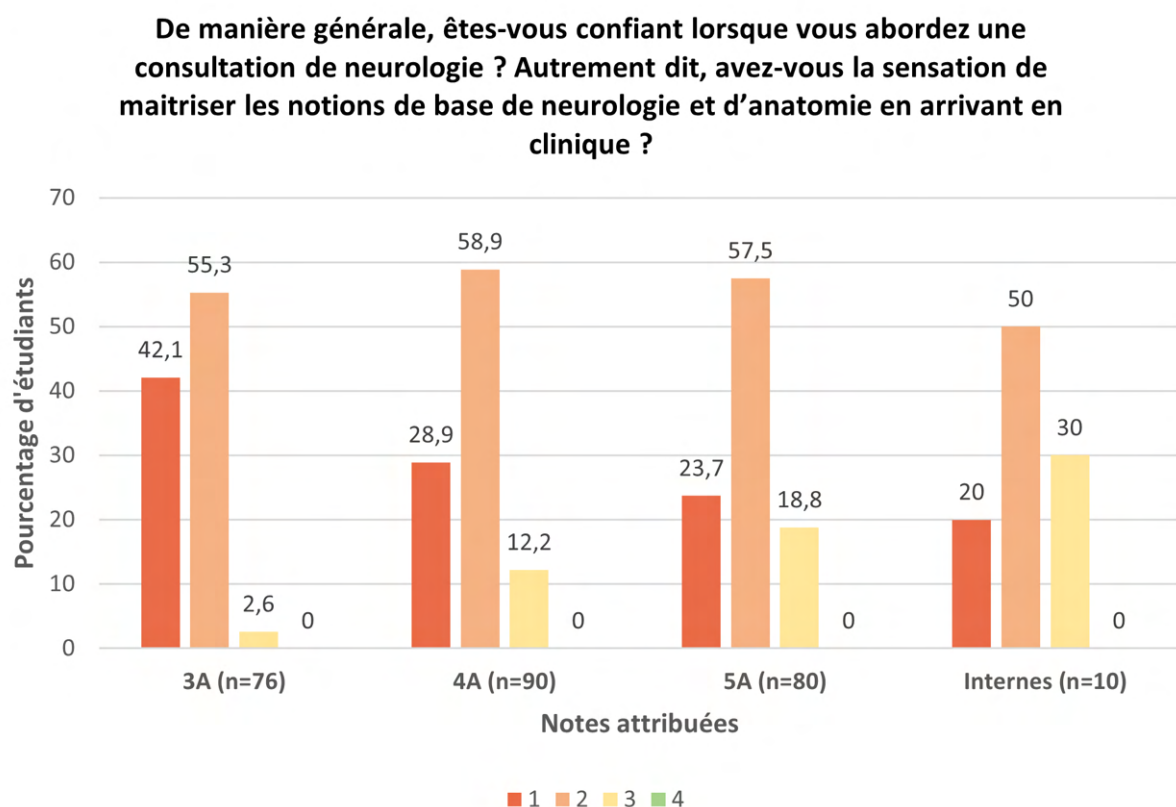


Figure 8 : Ressenti général des étudiants face à une consultation de neurologie (n=256)

1 = non acquis ; 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile ; 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante ; 4 = acquis.

3A = étudiant en troisième année ; 4A = étudiant en quatrième année ; 5A = étudiant en cinquième année.

c) Engouement et attentes des étudiants vis-à-vis de ce module pédagogique

A la lecture des réponses au questionnaire, les étudiants étaient très enjoués à l'idée de voir une plateforme pédagogique en neurologie se développer.

Dans la dernière partie, les étudiants étaient invités à exprimer leurs attentes pour cette future plateforme. Pour ne citer que les éléments principaux, les étudiants souhaitent trouver :

- Un support sur la réalisation de l'examen neurologique sur un animal sain, spécifiant les réponses normales attendues pour chaque test ainsi que les structures testées ;
- Des cas cliniques fréquents, illustrés par des images et des vidéographies ;
- Des rappels théoriques ciblés d'anatomie ;
- Des diagnostics différentiels en fonction du tableau clinique ainsi que les examens complémentaires à proposer ;
- Des prises en charge à mettre en place une fois le diagnostic établi ainsi que le pronostic en fonction de l'affection décelée ;
- Des fiches de synthèse sur différentes affections (notamment : hernie discale, conduite à tenir face à des crises convulsives, conduite à tenir face à un Claude Bernard Horner) ou sur les prédispositions raciales.

En conclusion, les étudiants s'attendent à trouver des cas cliniques illustrés, accompagnés de vidéographies et de schémas explicatifs, faisant ressortir les notions essentielles à maîtriser.

d) Limites du questionnaire

Les cas cliniques ne seront accessibles qu'aux étudiants de l'ENVT. De fait, il aurait été plus judicieux de n'ouvrir le questionnaire qu'aux étudiants toulousains pour juger du véritable intérêt de ces cas. Cependant, il y aurait eu beaucoup moins de réponses et les résultats n'auraient pas été aussi significatifs.

3. Synthèse de l'enquête et objectifs de la plateforme

Les résultats de cette enquête montrent que les étudiants ne se sentent généralement pas assez prêts ou confiants avant d'aborder une consultation de neurologie, bien qu'ils possèdent normalement tous les outils nécessaires. Il peut en effet être déroutant d'être confronté à un animal et à son propriétaire tout en effectuant l'examen clinique et en mobilisant rapidement ses connaissances afin d'élaborer un diagnostic.

Les cas cliniques interactifs sont l'occasion pour l'étudiant de se familiariser avec le déroulement d'une consultation de neurologie, étape par étape, dans son intégralité. L'étudiant met en application ses connaissances théoriques à son rythme et identifie ainsi les notions essentielles du cours. Cela lui permet également de faire le lien entre les différentes disciplines qui lui sont enseignées (anatomie, neurologie, physiologie, etc). Par ailleurs, l'étudiant peut se remettre en question en cas d'erreur sans que cela ne représente un danger pour l'animal.

L'intégration de questions plus théoriques au sein des cas cliniques, permet non seulement de guider l'étudiant dans sa démarche, mais également d'en faire un outil de révision.

L'étudiant se constitue finalement une compilation de cas importante, ce qui lui permettra de faire des rapprochements avec les cas qu'il sera amené à rencontrer par la suite. Le but de ces cas cliniques est, par conséquent, de permettre aux étudiants de profiter pleinement de leur passage en clinique, en s'étant familiarisés préalablement avec la démarche diagnostique.

II. Conception de la plateforme pédagogique et des cas cliniques sur Moodle

A. Matériel et méthodes

La première étape a été de choisir le support de notre plateforme pédagogique. Sa réalisation sur Internet était une évidence, afin d'en faire une aide aussi bien accessible qu'attractive pour les étudiants vétérinaires.

Suite à l'analyse des réponses au questionnaire préalable à la thèse, il est ressorti à plusieurs reprises que les étudiants rencontraient des difficultés à interpréter les différents tests neurologiques et qu'ils souhaiteraient donc avoir un support de rappel illustré (schémas, vidéographies, etc) leur permettant de mieux comprendre l'examen neurologique.

La plateforme sera ainsi composée d'un support sur la réalisation d'un examen neurologique et de quatre cas cliniques interactifs.

1. Conception du support sur la réalisation d'un examen neurologique

a) Récolte des illustrations et des vidéographies

La neurologie canine est une discipline qui exige la maîtrise de nombreuses notions, notamment en anatomie, et d'un lexique précis. Pour que l'apprentissage ne soit pas trop rébarbatif pour les étudiants, ce support de rappel se doit d'être riche en illustrations, en schémas et en vidéographies.

Les illustrations ont été récupérées dans des livres de référence [Annexe 2] et dans des cours de neuroanatomie et de neurologie dispensés à l'ENVT. Les schémas sont pour la plupart des réalisations personnelles faisant la synthèse des informations trouvées dans les livres et dans les cours.

La majorité des vidéographies ont été tournées avec des animaux sains qui appartenaient aux étudiants de l'École, à l'aide d'un appareil photographique Panasonic DMC-FZ200.

Les autres vidéographies sont issues du site Internet public « UGA CVG Clinical Neurology and Functional Neuroanatomy » accessible au lien suivant :

<https://vmerc.uga.edu/CranialNerves/index.html>

Ces vidéographies constituent une aide à la réalisation de l'examen neurologique et permettent de visualiser les structures anatomiques et les trajets nerveux empruntés lors des différents tests.

b) Organisation générale du support

La première partie de ce support s'attache à faire des rappels de neuroanatomie qui doivent être maîtrisés pour réaliser un examen neurologique.

Dans un second temps, le support fait état des différentes étapes à respecter lors d'un examen neurologique :

- Examen neurologique à distance
- Examen neurologique rapproché (palpation, réactions posturales, réflexes médullaires, examen des nerfs crâniens, évaluation des fonctions urinaires et fécales et évaluation de la sensibilité)

Ce support se veut le plus exhaustif possible, mais ne remplace en aucun cas l'apprentissage préalable des cours de neuroanatomie et de neurologie enseignés à l'École.

2. Conception des cas cliniques

a) Récolte des cas

Les quatre cas retenus ont été récoltés lors d'un stage en neurologie avec le docteur Lucile Giraud à la clinique Onlyvet (Saint-Priest, Rhône Alpes) en octobre 2020. Les cas sélectionnés se voulaient volontairement être des motifs de consultation

que les étudiants allaient être amenés à rencontrer fréquemment dans leur pratique future. L'objectif de la plateforme est en effet de leur permettre d'aborder de façon ludique et pédagogique des pathologies courantes et non pas des maladies auxquelles ils ne seront jamais confrontés.

Les cas ont été filmés à l'aide d'un appareil photographique Panasonic DMC-FZ200. Les propriétaires des animaux filmés dans le cadre de cette thèse ont donné leur accord oral pour l'utilisation des vidéographies sur la plateforme pédagogique de l'ENVT.

b) Architecture des cas

Les cas ont tous été conçus selon la même ligne directrice afin que les étudiants puissent se familiariser avec le déroulement d'une consultation de neurologie :

- Motif et date de consultation
- Anamnèse et commémoratifs
- Examen clinique général
- Examen neurologique (examen à distance, examen rapproché)
- Listes des anomalies et neurolocalisation
- Principales hypothèses et examens complémentaires possibles
- Diagnostic étiologique et relation avec les signes cliniques observés
- Pronostic et traitements
- Suivi

L'étudiant est interrogé lors des différentes étapes du cas, sous forme de questions à choix multiples (QCM), de questions à choix unique (QCU) ou de questions à réponses courtes, afin de le guider dans sa compréhension et dans sa gestion du cas mais également pour lui permettre de réviser certaines notions de neuroanatomie.

Chaque cas clinique est clôturé par une discussion développant plus précisément un aspect du cas.

3. Logiciel et plateforme de formation

a) *Logiciel : Opale*

La version 3.8 du logiciel Opale a été utilisée pour scénariser les cas cliniques de neurologie. Ce logiciel, accessible en ligne gratuitement, permet de concevoir des modules de formation avec la possibilité d'y inclure diverses ressources multimédias (vidéographies, images, schémas explicatifs) et des quiz (QCU, QCM, texte à trous, ...). C'est pour cette raison que ce logiciel a été choisi car les différents types d'animations permettent aux étudiants d'apprendre la neurologie canine de manière ludique et interactive. En effet, grâce à celles-ci, l'étudiant devient acteur du déroulement du cas et non plus un simple spectateur qui se contente de faire défiler passivement les diapositives.

Les contenus pédagogiques sont rédigés grâce à un guide d'écriture spécifique qui structure le module pédagogique (ici le cas clinique) en Divisions qui regroupent des Activités d'apprentissage elles-mêmes organisées en Grains de contenu (dans lesquels l'information est exposée sous forme de texte pouvant être illustré par des schémas et vidéographies), et des Listes d'exercices. Un exemple de structuration d'un module est présenté **Figure 9** pour un des cas cliniques de neurologie (cas de Jeepsy).

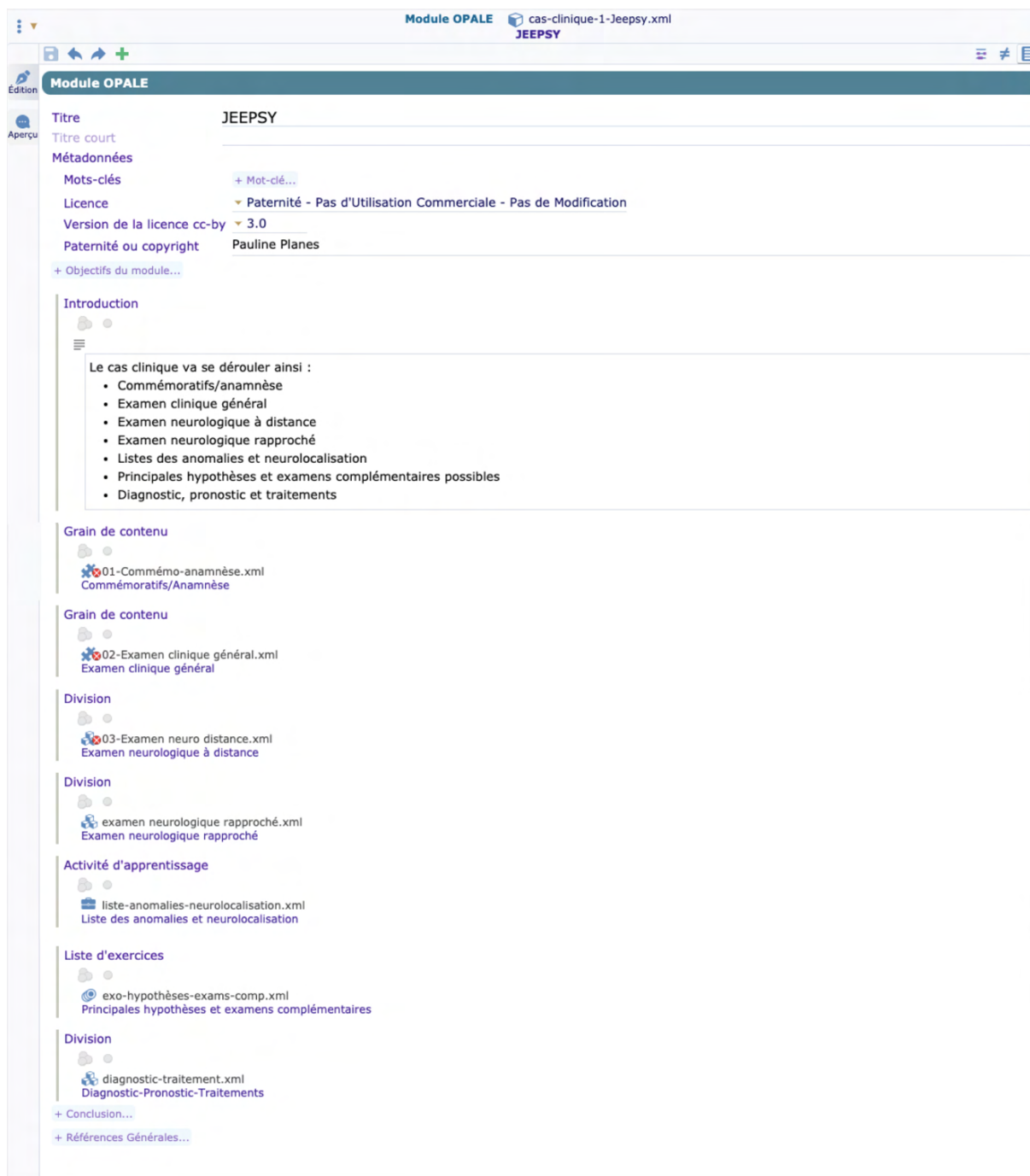


Figure 9 : Structuration d'un module Opale : exemple du cas clinique de Jeepsy.

Le module comporte une introduction et une conclusion et est divisé dans cet exemple en deux Grains de contenu, trois Divisions, une Activité d'apprentissage et une Liste d'exercices. Chacune de ces sections correspond à une partie du cas clinique dont le déroulé est présenté dans l'introduction. A part le grain de contenu qui ne peut pas être subdivisé, les « Divisions », « Activités d'apprentissage » et « Listes d'exercice » sont subdivisées en différents contenus pédagogiques.

Les listes d'exercices sont des activités d'auto-apprentissage qui peuvent proposer divers types d'exercices. Un exemple de liste d'exercices est présenté dans la **Figure 10** ci-dessous.

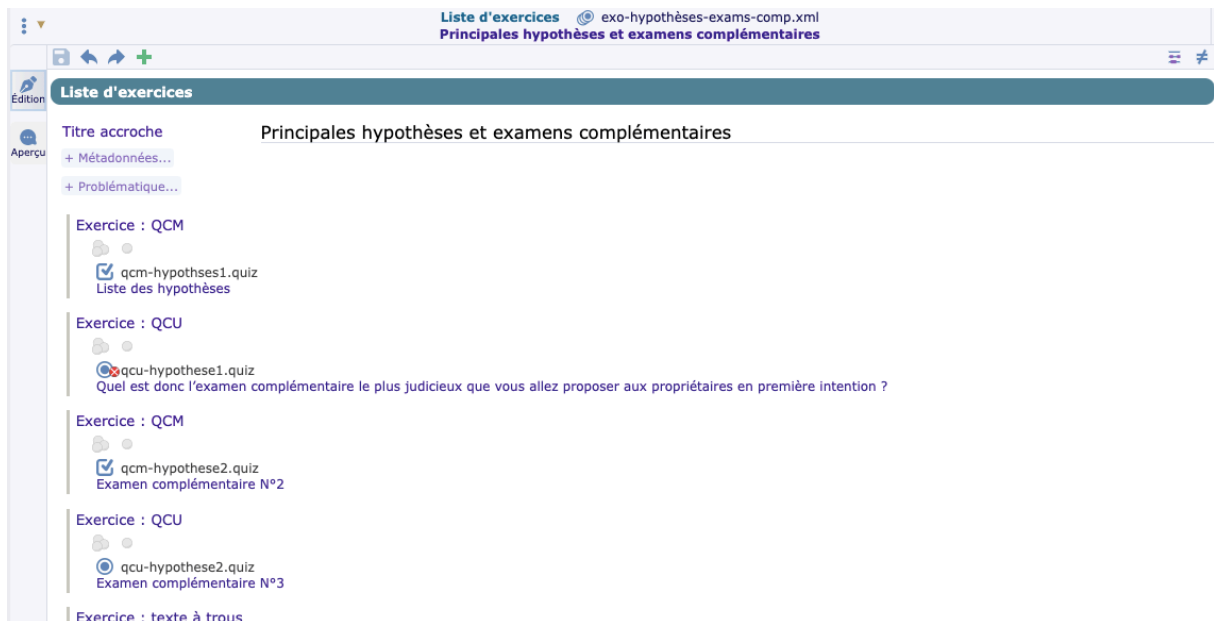


Figure 10 : Structuration d'une liste d'exercices. Exemple de la liste d'exercices « Principales hypothèses et examens complémentaires » présentée dans la **Figure 9**. La liste d'exercices peut contenir plusieurs QCU, QCM et textes à trous.

Un module a été créé pour chacun des cas cliniques et pour le cours sur l'examen neurologique de l'animal sain. Une fois le module achevé, celui-ci peut être converti en différents documents : support de cours en ligne (format web html), document à imprimer (format pdf) et diaporama de présentation (format html). Le format pédagogique retenu pour ce travail a été celui du format web html qui permet d'obtenir une interface ludique (avec vidéographies) et interactive (avec activités d'auto-apprentissage) pouvant être diffusée *via* une plateforme de formation LMS (Learning Management System), i.e. une plateforme d'apprentissage en ligne sur laquelle les enseignants déposent leurs supports de cours. Un support web Aurora a ainsi été généré pour chaque module et téléchargé afin d'être ensuite déposé sur Moodle, la plateforme LMS actuellement utilisée à l'ENVV.

b) Plateforme de formation : Moodle

L'avantage de Moodle est qu'il est accessible en tout lieu et à toute heure du moment qu'une connexion internet est disponible, ce qui permet à l'étudiant de réviser avec la plateforme et de tester ses connaissances quand bon lui semble et à son rythme. L'accès aux fichiers déposés est exclusivement réservé aux étudiants. Ces derniers doivent en effet renseigner un mot de passe personnel avant d'accéder aux différentes sections, ce qui permet d'éviter la diffusion des documents au grand public.

Un cours intitulé « Cas cliniques interactifs de neurologie » a été créé dans Moodle. Il est possible d'y accéder directement en utilisant le lien suivant : <https://moodle-xperience.envt.fr/course/view.php?id=136>

Ce cours a été divisé en 5 sections correspondant au support sur l'examen neurologique de l'animal sain et aux quatre cas cliniques. Le mode édition a été activé pour chaque section afin d'y ajouter le support web Aurora généré par Opale. Une fois décompressé, c'est le fichier html qu'il contient qui est défini comme fichier par défaut [Figure 11].

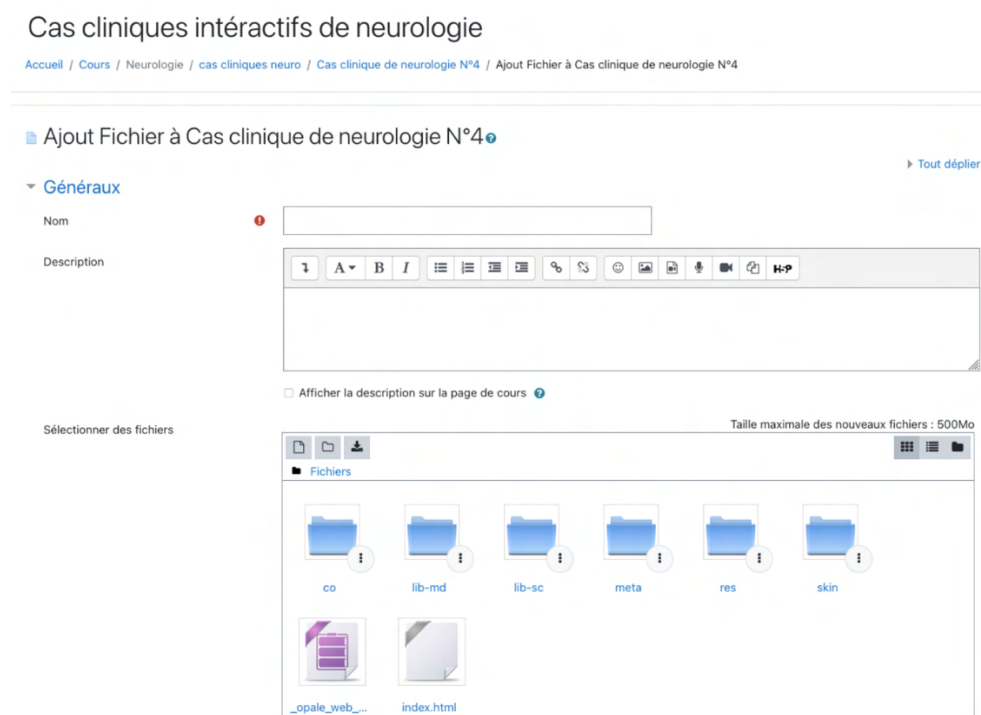


Figure 11 : Ajout dans Moodle du support Web Aurora généré par Opale. Exemple de l'ajout du fichier dans la section « Cas clinique de neurologie N°4 » appartenant au cours « Cas cliniques interactifs de neurologie ». Une fois le support web Aurora inséré dans l'encart qui est dédié à l'ajout de fichiers, celui-ci est décompressé afin de faire apparaître le fichier html qui est défini comme fichier par défaut.

Une fois le fichier web déposé sur Moodle, celui-ci s'affiche dans la section correspondante et il suffit de cliquer dessus pour ouvrir l'interface [Figure 12].

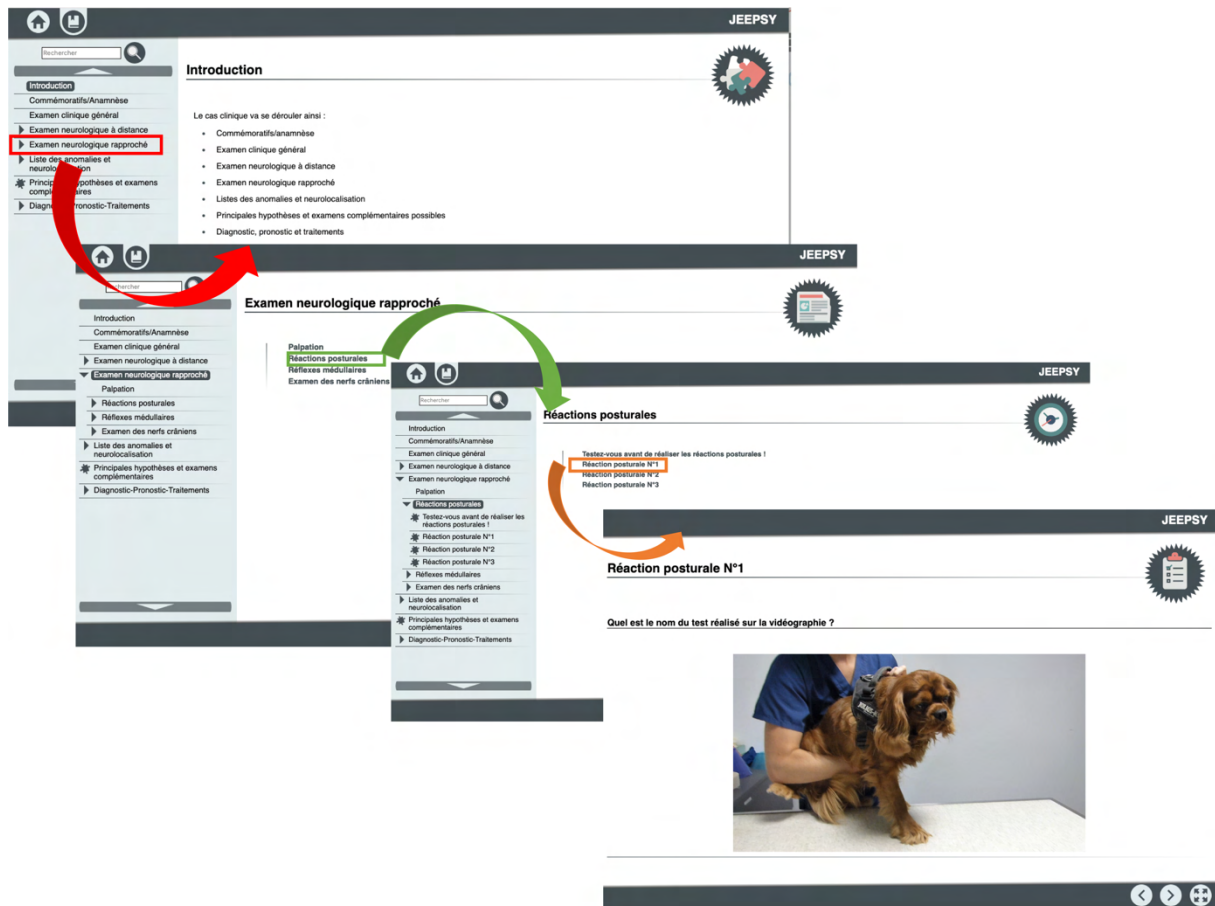


Figure 12 : Présentation de l'interface visible sur Moodle : exemple du cas clinique de Jeepsy. Nous retrouvons les différentes parties constituant le module qui avaient été présentées dans la **Figure 9**. Ces parties, qui correspondaient à des Divisions, Activités d'apprentissage ou Listes d'exercice dans le logiciel Opale, sont elles-mêmes divisées en sous-parties sur lesquelles il suffit de cliquer pour accéder au contenu. Dans cet exemple, lorsque l'apprenant clique sur « Examen neurologique rapproché », il accède à une liste de sous-parties (Palpation, Réactions posturales, Réflexes médullaires, Examen des nerfs crâniens). Chacune de ces sous-parties conduit à une nouvelle liste de sous-parties ou directement à du contenu (texte et images et/ou vidéographies). Ainsi, si l'apprenant clique sur « Réactions posturales », il accèdera à une liste de réactions posturales, chacune correspondant à une vidéographie pour laquelle il est demandé à l'apprenant de nommer et d'interpréter la réaction posturale filmée.

L'inconvénient de l'utilisation de Moodle est la limite de taille des fichiers pouvant y être déposés. En effet, Moodle étant une plateforme en ligne commune à tous les enseignants de l'ENVT, il est préférable que les fichiers déposés ne soient pas trop lourds pour ne pas saturer le réseau. Or, les cas cliniques de neurologie

canine proposés aux étudiants contiennent volontairement beaucoup de vidéographies pour ressembler au plus près à une véritable consultation, ce qui les rend rapidement très volumineux.

Pour pallier ce problème, les vidéographies peuvent être publiées de façon privée sur YouTube. Ainsi, seuls les étudiants y auront accès depuis un lien précisé dans les différents cas de sorte à diminuer la taille des documents présents sur Moodle.

B. Résultats

1. Support sur la réalisation de l'examen neurologique

Afin de faciliter la compréhension et l'apprentissage de la réalisation de l'examen neurologique par l'étudiant, le support se doit d'être à la fois synthétique et correctement illustré. Les photographies et schémas de synthèse utilisés sont issus des livres de référence de l'**Annexe 2** ou sont des réalisations personnelles. Les vidéographies ont quant à elles été tournées avec des animaux d'étudiants ou proviennent du site « UGA CVM Clinical Neurology and Functional Neuroanatomy ».

Le tableau ci-dessous résume le contenu des différentes sections du support [Table 1].

Sections	Sous-sections	Schémas et tableaux de synthèse réalisés personnellement	Vidéographies personnelles	Vidéographies issues du site « UGA CVG Clinical Neurology and Functional Neuroanatomy »
Introduction		3		
Examen à distance				
Examen rapproché	Palpation et réactions posturales		6	
	Réflexes médullaires	3	9	1
	Examen des nerfs crâniens	3	11	13
	Évaluation des fonctions urinaires et fécales et évaluation de la sensibilité	2		

Table 1 : Contenu des différentes sections du support sur la réalisation de l'examen neurologique.

2. Monographie des quatre cas cliniques de neurologie

a) *Jeepsy : un syndrome vestibulaire périphérique lié à une otite bilatérale*

- Motif et date de consultation

Jeepsy a été présentée le 30 octobre 2020 pour une démarche chancelante et un port de tête penché évoluant depuis une semaine.

- Commémoratifs et anamnèse

Jeepsy est une chienne Cavalier King Charles femelle stérilisée de 6,5 ans, adoptée chiot dans un élevage. Elle vit en maison sans autres animaux. Elle est correctement vaccinée et déparasitée et n'a aucun antécédent médical particulier.

Le 23 octobre 2020, Jeepsy a présenté de façon aigue une démarche chancelante, des mouvements oculaires spontanés au repos ainsi que des vomissements à plusieurs reprises. Elle a vu un vétérinaire en urgence qui lui a fait une injection de citrate de maropitant (anti-émétique) à 1 mg/kg en sous-cutané puis est retournée chez elle.

Le lendemain, le 24 octobre 2020, un rendez-vous est programmé chez le vétérinaire traitant. Celui-ci ne constate rien de particulier et prescrit de la prednisolone (1 mg/kg Semel in Die - SID) et du Myovytal (oligo-éléments et vitamines) pendant une semaine à Jeepsy.

Depuis sa dernière visite, une nette amélioration des signes cliniques a été constatée par les propriétaires. Jeepsy se déplace de mieux en mieux. Elle est à nouveau capable de monter et descendre les escaliers. Elle présente une dysorexie puisqu'elle refuse de manger ses croquettes mais accepte volontiers la pâtée. Sa propriétaire a noté qu'elle mangeait « plus salement » que d'habitude et qu'elle avait vomi une fois après avoir bu.

- Examen clinique général

L'examen clinique général de Jeepsy ne montre pas d'anomalies, excepté un souffle cardiaque apexien gauche de grade III/VI, non exploré jusqu'à présent.

- Examen neurologique à distance

Jeepsy est alerte. Elle n'est pas parétique mais présente une ataxie asymétrique des quatre membres (troubles de l'équilibre et de la coordination) ainsi qu'une tête penchée à droite associée à une incurvation du tronc (pleurothotonos) et une marche en cercle.

- Examen neurologique rapproché

Les réactions posturales et les réflexes médullaires sont normaux. A l'examen de la face, une tête penchée à droite, une ptose de la babine droite ainsi qu'une langue pendante à droite sont constatées [Figure 13].

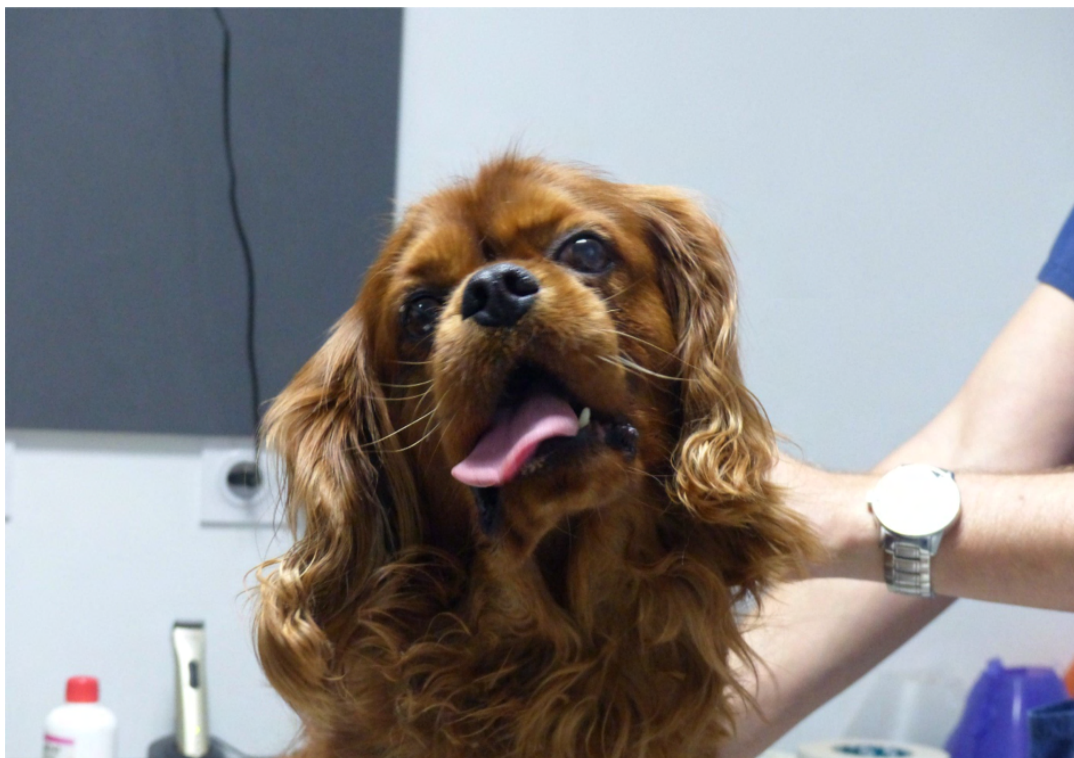


Figure 13 : Examen de la face de Jeepsy.

Lors de l'examen des nerfs crâniens, un nystagmus pathologique horizontal (phase rapide vers la gauche) à rotatoire est présent. Les réponses de clignement à la menace et à l'éblouissement sont absentes malgré le fait que la chienne soit visuelle (éviction des obstacles dans la salle, rétraction du globe oculaire sans fermeture de la paupière lors de la réalisation du test de clignement à la menace et à l'éblouissement). Les autres tests ne présentent pas d'anomalies.

- Liste des anomalies et neurolocalisation

Lors de l'examen neurologique à distance, l'ataxie asymétrique des quatre membres, la tête penchée à droite, le pleurothotonos et la marche en cercle nous indique que nous sommes face à une ataxie vestibulaire [Figure 14].

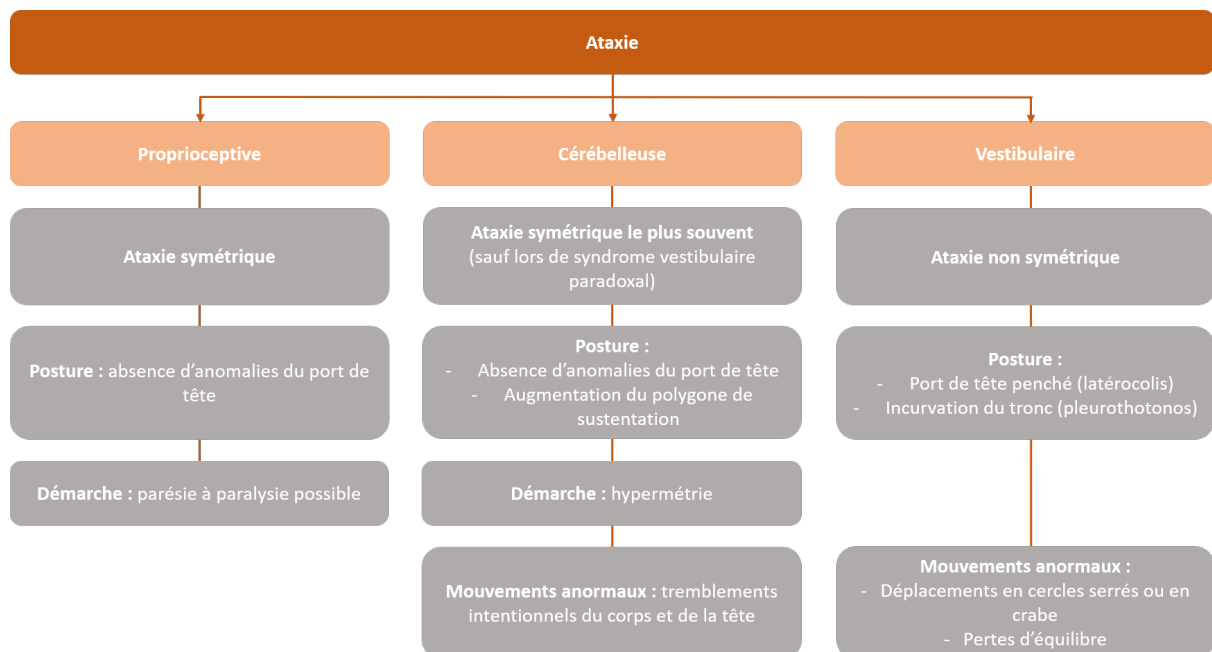


Figure 14 : Reconnaître le type d'ataxie suite à l'examen neurologique à distance.

Il s'agit maintenant de déterminer s'il est question d'une ataxie vestibulaire centrale (atteinte des noyaux vestibulaires situés dans le tronc cérébral) ou périphérique (atteinte du nerf vestibulo-cochléaire ou de l'oreille interne). Pour cela, il faut analyser la vigilance, les réactions posturales, les réflexes médullaires et l'examen des nerfs crâniens.

Le fait que Jeepsy soit alerte nous indique que la formation réticulée et le cortex ne sont pas atteints. Lors de l'examen neurologique rapproché, les réactions posturales normales traduisent l'absence de déficits proprioceptifs. Le nystagmus présent au repos reflète une atteinte du nerf vestibulo-cochléaire VIII. L'absence bilatérale de clignement à la menace et à l'éblouissement malgré le fait que la chienne soit visuelle, la ptose de la babine droite et la langue pendante sont en faveur d'une atteinte bilatérale du nerf facial VII (paralysie faciale). Le reste des tests étant normaux, les autres nerfs crâniens ne semblent pas touchés.

Ainsi, d'après la **Figure 15**, Jeepsy présente une ataxie vestibulaire périphérique (absence de déficits proprioceptifs et absence d'anomalies sur les nerfs crâniens autres que le VII et le VIII) bilatérale (atteinte bilatérale du nerf VII) plus marquée à droite (latérocolis droit et phase rapide du nystagmus vers la gauche).

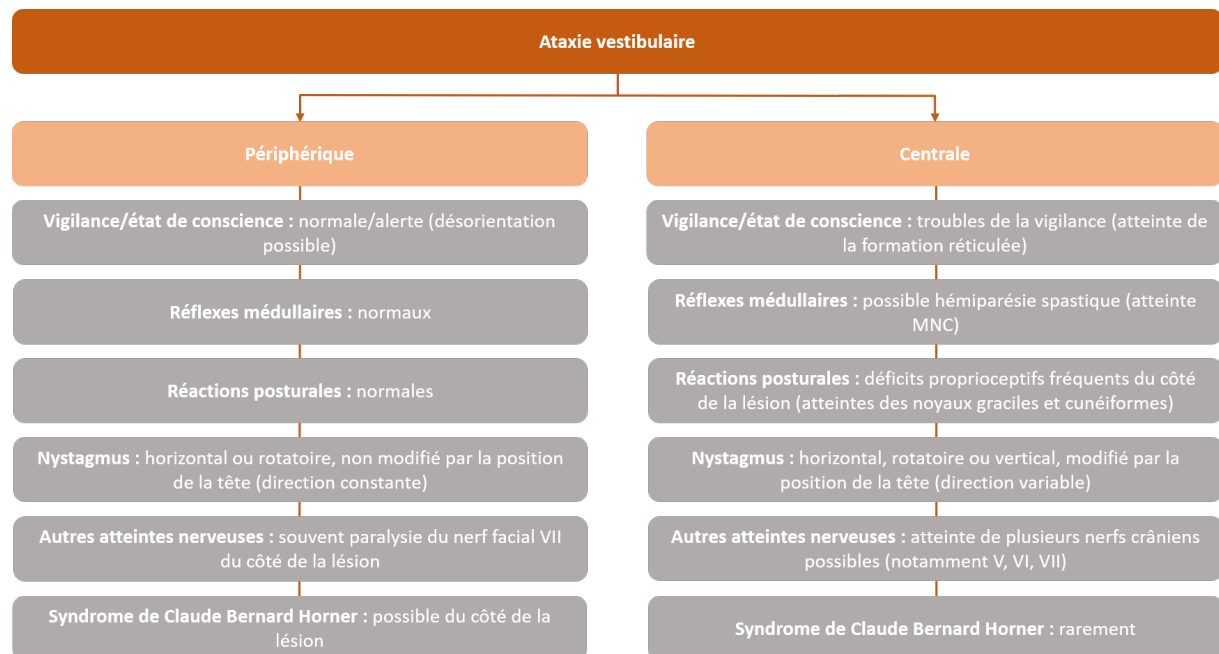


Figure 15 : Distinguer une ataxie vestibulaire périphérique d'une ataxie vestibulaire centrale suite à l'examen neurologique rapproché.

MNC : Motoneurone central

- Principales hypothèses et examens complémentaires possibles

Les principales étiologies à l'origine d'un syndrome vestibulaire périphérique sont résumées dans le tableau suivant [Table 2].

Système VITAMIN D	Etiologies possibles
Vasculaire	Hémorragie de la bulle tympanique
Infectieux/Inflammatoire	<u>Infectieux</u> : otite moyenne/interne <u>Inflammatoire</u> : otite séreuse primaire sécrétante des brachycéphales, polype nasopharyngé (CT ++)
Trauma/Toxique	<u>Trauma</u> : fracture de l'os pétreux/bulle tympanique <u>Toxique</u> : substances ototoxiques systémiques ou topiques (gentamicine, chlorhexidine, furosémide, ...)
Anomalies congénitales	Malformations congénitales ou dégénérescence des structures de l'oreille interne (CN : berger allemand, cocker, doberman/CT : siamois, burmese)
Métabolique	Hypothyroïdisme
Iatrogène/Idiopathique	<u>Iatrogène</u> : substances ototoxiques <u>Idiopathique</u> : syndrome vestibulaire idiopathique du CN âgé
Néoplasique	Adénocarcinome des glandes cérumineuses, ostéosarcome, fibrosarcome, chondrosarcome
Dégénératif	

Table 2 : Étiologies possibles lors de syndrome vestibulaire périphérique.

CT : Chat, CN : Chien

Compte tenu de l'âge et de la race de Jeepsy et de l'anamnèse, l'otite moyenne/interne infectieuse et/ou inflammatoire et le syndrome vestibulaire idiopathique sont les deux hypothèses les plus probables pouvant expliquer son syndrome vestibulaire périphérique.

De ce fait, un examen otoscopique est la première investigation à proposer aux propriétaires. Les deux oreilles ne présentent pas de signes d'otite externe, même si les conduits auditifs sont légèrement congestionnés. Le tympan gauche est intact et translucide alors que la membrane du tympan droit semble épaissie bien qu'intègre.

Suite à cela, plusieurs examens complémentaires d'imagerie sont proposés aux propriétaires : la radiographie, la tomodensitométrie (TDM) et l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM). La radiographie nécessite un positionnement rigoureux et de nombreux clichés pour s'affranchir des superpositions : de ce fait, cet examen se doit d'être réalisé sous anesthésie générale. Les superpositions rendent difficiles l'évaluation de l'oreille moyenne et l'oreille interne reste inaccessible. Cet examen manque de spécificité et sa sensibilité reste inférieure à celle de l'examen TDM et de l'IRM avec des faux négatifs estimés à environ 30% [13].

Le recours à l'imagerie en coupes en première intention semble donc justifié dans le cas de Jeepsy. L'examen TDM est préféré pour l'étude des lésions

traumatiques de l'oreille ou des lésions lytiques de l'os. Lors de syndromes vestibulaires, l'intérêt de l'IRM réside surtout dans sa capacité à détecter très précocement de faibles accumulations liquidiennes et à explorer dans le même temps l'oreille interne et les tissus nerveux adjacents (tronc cérébral). Cet examen permet aussi de mettre en évidence, le cas échéant, des lésions d'otite interne, des méningites secondaires ou d'autres atteintes de l'angle ponto-cérébelleux [14] [15]. La spécificité de l'IRM pour la détection des otites moyennes est proche de 100% [16]. Ces deux examens se pratiquent sous anesthésie générale. L'IRM s'avère plus onéreux que l'examen TDM et le temps d'acquisition des images est plus important.

Les propriétaires optent finalement pour l'examen TDM, plus rapide et économique que l'IRM. Le bilan pré-anesthésique de Jeepsy ne montre pas d'anomalies. Elle est donc anesthésiée pour passer dans le scanner.

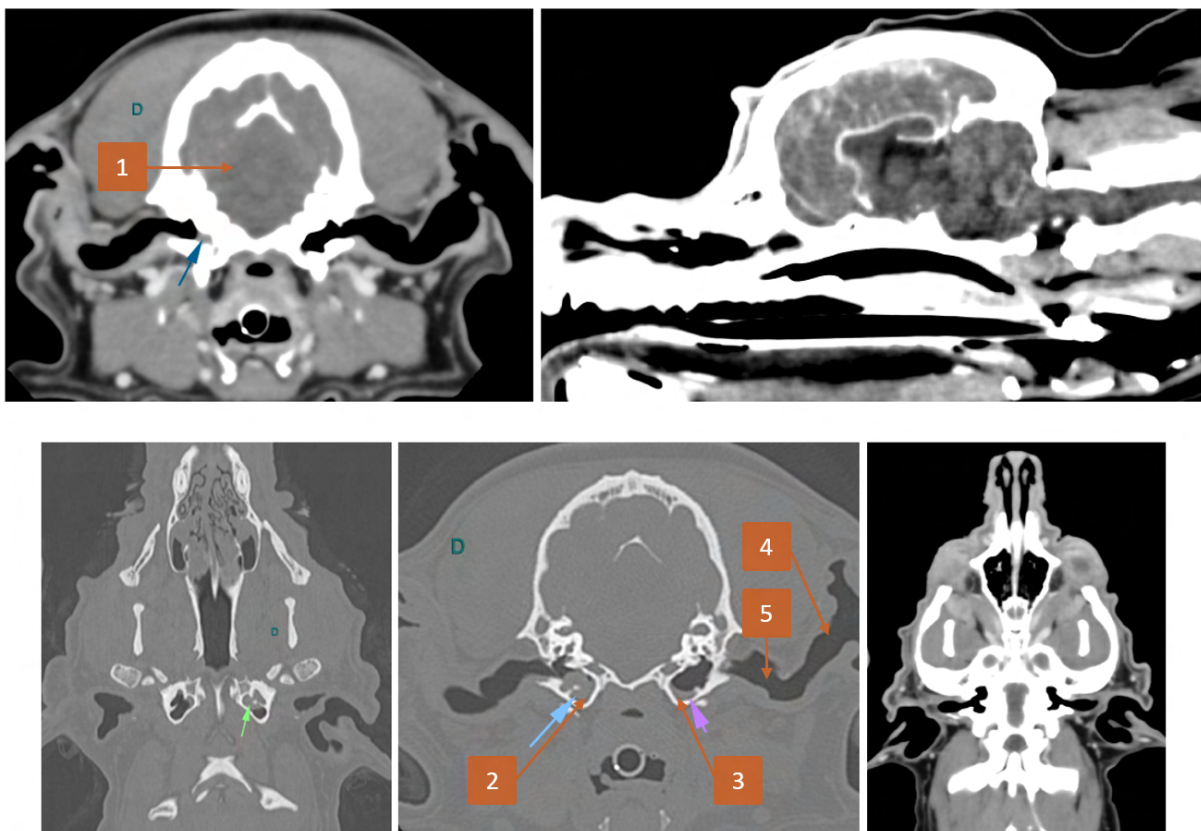


Figure 16 : Images tomodensitométriques du crâne, de l'encéphale et des bulles tympaniques de Jeepsy, avec injection de produit de contraste iodé.

[1] : encéphale, [2] : bulle tympanique droite comblée par un contenu d'opacité liquidienne en quantité importante, [3] : bulle tympanique gauche remplie par un contenu d'opacité liquidienne en quantité modérée, [4] : méat acoustique externe, partie verticale, [5] : méat acoustique externe, partie horizontale.

Les images tomodensitométriques [Figure 16] révèlent la présence d'un contenu liquidien dans les deux bulles tympaniques, en quantité modérée à droite et faible à gauche. Il n'y a pas d'atteinte de la portion pétreuse de l'os temporal. On note quelques minéralisations des méats acoustiques externes, sans réduction significative de leur diamètre. Le tissu nerveux de l'encéphale a une atténuation normale. Les structures paires sont symétriques. Le système ventriculaire n'est pas dilaté. Aucun effet de masse n'est mis en évidence.

- Diagnostic étiologique et relation avec les signes cliniques observés

Les images tomodensitométriques obtenues sont en faveur d'une otite moyenne bilatérale, plus sévère à droite. Cette otite engendre probablement une otite interne bilatérale à l'origine du syndrome vestibulaire périphérique bilatéral plus marqué à droite.

Il faut désormais essayer de faire le lien entre l'étiologie et les signes neurologiques observés.

Lors d'une otite interne, seul le système vestibulaire périphérique est touché. De ce fait, les structures appartenant au tronc cérébral (formation réticulée, axones des motoneurones centraux, noyaux graciles et cunéiformes) sont épargnées. Chez Jeepsy, l'absence d'atteinte de la formation réticulée, des axones des motoneurones centraux et des noyaux graciles et cunéiformes explique respectivement que la vigilance, les réflexes médullaires et les réactions posturales soient normaux.

Le système vestibulaire assure la coordination de la position du corps et des yeux par rapport à la position de la tête. Chaque système vestibulaire (droit et gauche) augmente le tonus des muscles extenseurs appendiculaires ipsilatéraux et inhibe celui des muscles controlatéraux.

Ainsi, lors d'un dysfonctionnement des voies vestibulaires (suite à une otite dans le cas de Jeepsy), des troubles locomoteurs et des mouvements oculaires anormaux apparaissent. Ces troubles locomoteurs sont caractérisés par une hypotonie des muscles extenseurs appendiculaires ipsilatérale à la lésion et une hypertonie controlatérale, ce qui explique que le corps et la tête soient penchés du côté de la lésion.

Dans le cas de Jeepsy, l'examen TDM montre des lésions d'otite plus importantes du côté droit, ce qui explique le latérocolis droit malgré une otite bilatérale.

Par ailleurs, le nerf VII est très proche de la bulle tympanique et du nerf VIII [Figure 17]. Ainsi, lors d'une otite moyenne et/ou interne comme chez Jeepsy, le nerf VII peut être lésé et une paralysie faciale concomitante au syndrome vestibulaire périphérique peut donc être observée. Cette paralysie est bilatérale chez Jeepsy car les deux oreilles sont atteintes.

De plus, le système autonome sympathique est également proche de la bulle et du nerf VIII [Figure 17]. Il est donc fréquent d'observer un syndrome de Claude Bernard Horner (atteinte du sympathique avec ptose palpébrale, énoptalmie, procidence de la 3ème paupière et myosis) lors de syndrome vestibulaire périphérique.

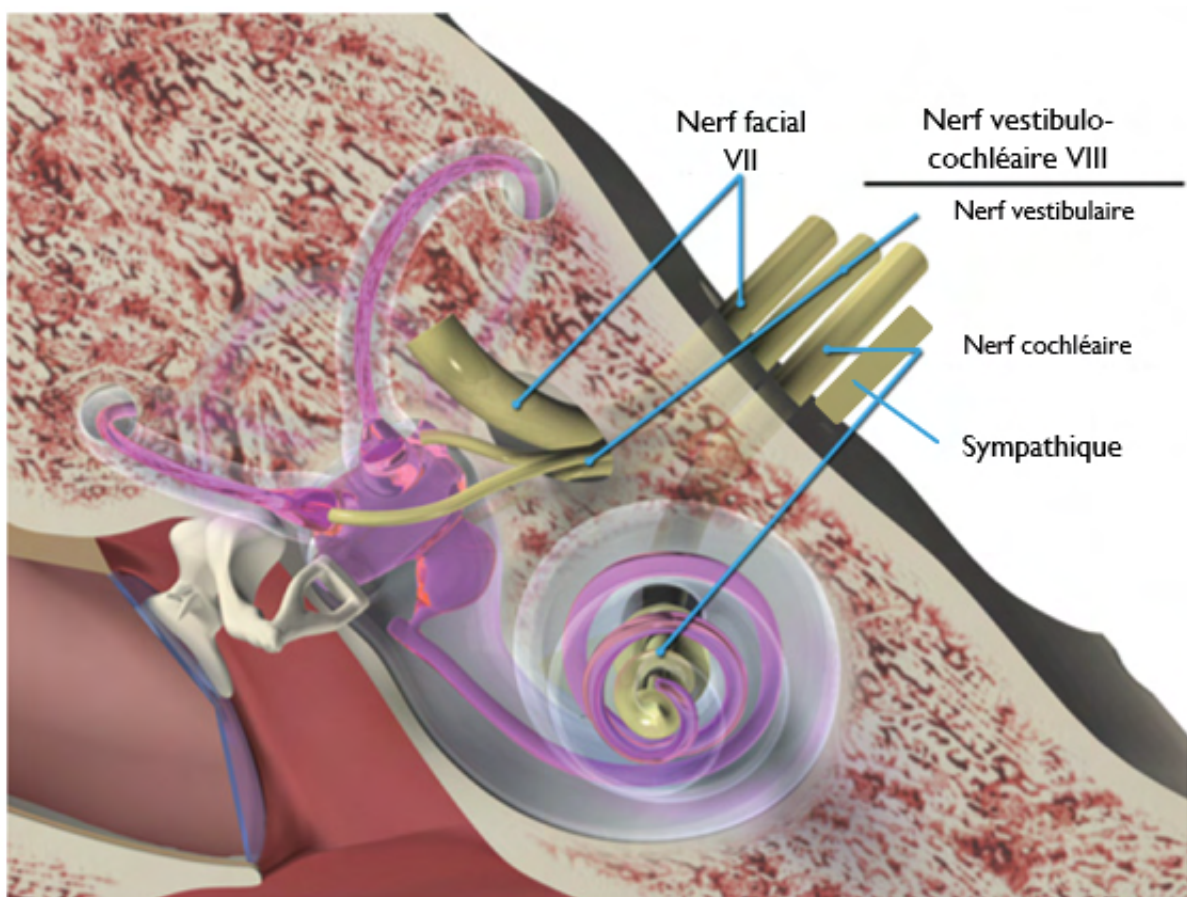


Figure 17 : Schématisation de l'oreille interne chez le chien. Image adaptée à partir de [17].

- Pronostic et traitements

Le traitement repose sur l'utilisation combinée d'antibiotiques et d'anti-inflammatoires.

Une antibiothérapie systémique pendant 4 à 6 semaines est la base du traitement médical de l'otite moyenne. L'antibiothérapie locale est au contraire déconseillée. En effet, du fait de l'inflammation présente au niveau de l'oreille, l'ototoxicité des substances est élevée et celles-ci risquent de mal diffuser. Pour connaître la nature exacte du contenu des bulles tympaniques, il est recommandé de réaliser une myringocentèse ou une myringotomie sous anesthésie générale. Il s'agit d'une technique invasive consistant à perforer le tympan avec une aiguille (myringocentèse) ou une lame (myringotomie) pour récupérer le contenu de la bulle tympanique.

En vue otoscopique, le tympan peut être divisé en quatre quadrants [Figure 18]. Afin de ne pas léser la chaîne des osselets et d'éviter d'éventuelles complications (i.e. syndrome de Claude Bernard Horner, lésion du nerf facial, syndrome vestibulaire périphérique), la ponction doit être idéalement réalisée dans le quadrant ventro-caudal (ou entre 5 et 7 heures si l'on compare le tympan à une horloge).

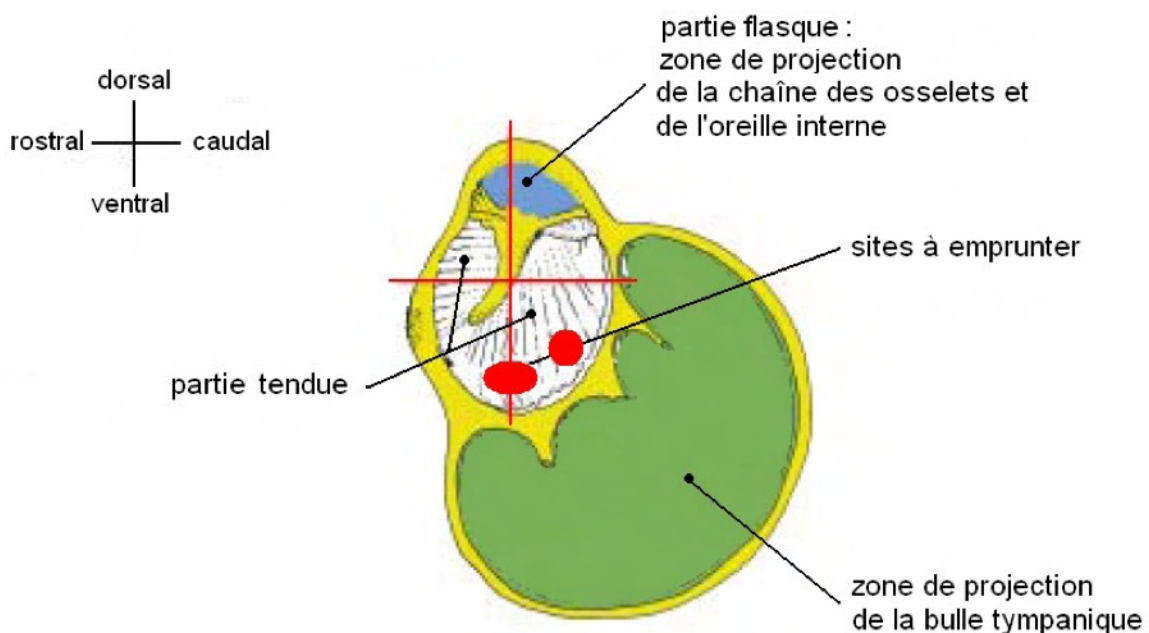


Figure 18 : Zones de prélèvements de la bulle tympanique pour réaliser une myringocentèse ou une myringotomie. D'après [18].

Une analyse cytologique et bactériologique ainsi qu'un antibiogramme sont normalement réalisés par la suite sur le contenu récolté. La myringocentèse ayant été déclinée par les propriétaires pour des raisons financières, un traitement probabiliste a été mis en place en se basant sur les données épidémiologiques et les germes les plus fréquemment isolés lors d'otite moyenne : *Staphylococcus* et *Streptococcus* majoritairement, mais également *Escherichia Coli*, *Pseudomonas* et *Proteus*. Les antibiotiques habituellement recommandés pour ces germes sont les fluoroquinolones et les céphalosporines [18]. Jeepsy a donc été mise sous céfalexine : 20 mg/kg *Per Os* (PO) *Bis In Die* (BIS) pendant 8 semaines.

Les symptômes de dysfonctionnement de l'oreille interne et le syndrome vestibulaire qui en découle sont attribués à une inflammation par contiguïté de l'oreille moyenne. Afin de diminuer cette inflammation, Jeepsy a été mise sous prednisolone à doses dégressives : 1 mg/kg *PO SID* pendant 7 jours, 0.5 mg/kg *PO SID* pendant 7 jours puis 0.25 mg/kg *PO SID* pendant 7 jours.

Les conséquences de l'otite et du syndrome vestibulaire associé, comme la paralysie faciale et les nausées/vomissements dont souffre Jeepsy, doivent également être traitées. En effet, l'impossibilité de fermeture palpébrale expose la cornée à l'air libre et la prédispose à des lésions ulcéraives. Il est donc recommandé de lubrifier les yeux régulièrement (ex : OCRYGEL ND) et d'éviter les sorties dans les herbes hautes. Un traitement anti-émétique pourra être initié au besoin (maropitant : 2 mg/kg *PO SID*).

- Suivi

Un examen TDM de contrôle dans 7 semaines permettra de juger de l'efficacité du traitement. En l'absence d'amélioration, une intervention chirurgicale (trépanation ventrale de la bulle tympanique) pourra être proposée.

Deux mois après le rendez-vous, Jeepsy ne présentait plus de syndrome vestibulaire périphérique mais n'a jamais passé de scanner de contrôle.

- Discussion : focus sur l'otite séreuse primaire sécrétante du Cavalier King Charles

Les otites séreuses primaires sécrétantes (également appelées *Primary Secretory Otitis Media* ou PSOM en anglais) sont des otites moyennes non inflammatoires et non infectieuses retrouvées fréquemment chez les chiens de race Cavalier King Charles. Elles sont caractérisées par une accumulation importante de mucus épais dans la bulle tympanique. L'origine exacte de cette pathologie reste inconnue à ce jour mais pourrait s'expliquer par une production excessive de mucus et/ou un défaut de drainage de la bulle tympanique par le tube auditif.

Selon l'étude de Stern-Bertholtz and *al.* [19], les 43 Cavaliers King Charles souffrant d'otites séreuses primaires sécrétantes présentaient :

- des signes de douleurs au niveau de la tête et du cou (64%) avec un port de tête horizontal et des vocalisations spontanées,
- des troubles neurologiques (25%) avec une ataxie, une paralysie faciale, un nystagmus, une tête penchée ou des crises convulsives,
- un prurit auriculaire associé (15%) ou non (15%) à des signes d'otite externe,
- une baisse ou perte d'audition (13%),
- des bâillements intempestifs (7%).

Ces signes cliniques ne sont en aucun cas pathognomoniques de cette affection.

Parmi les 43 chiens atteints, 23 étaient des mâles et 20 des femelles, ce qui prouve qu'il n'y pas de prédisposition particulière liée au sexe. L'âge d'apparition des symptômes fluctuait entre 2 et 10 ans, avec 86% entre 3 et 7 ans.

Un grand nombre de Cavaliers sont probablement atteints de façon subclinique. En effet, une étude s'attachant à déceler des malformations de Chiari¹ grâce à l'IRM chez des Cavaliers King Charles en apparence sains, a mis en évidence des otites séreuses primaires sécrétantes chez 10 chiens sur 23 (soit 43%). Parmi les chiens touchés, 60% d'entre eux présentent une atteinte bilatérale [20].

¹ **Malformations de Chiari** : malformation congénitale de l'os occipital caudal entraînant une compression des structures nerveuses à ce niveau. Par manque de place, le cervelet et le tronc cérébral s'engagent dans le foramen magnum. L'écoulement du LCS depuis le crâne vers le canal vertébral est alors altéré et est à l'origine de la formation d'une cavité au sein de la moelle spinale (syringomyélie). Malformations souvent retrouvées chez les races naines et/ou brachycéphales.

L'examen otoscopique est l'examen complémentaire de choix puisqu'une *pars flaccida* (= partie flasque) large et bombée est diagnostique d'une otite séreuse sécrétante primaire [21] [22]. Dans le cas contraire, un examen tomodensitométrique ou une IRM de la bulle tympanique est nécessaire afin d'établir le diagnostic. La sensibilité ainsi que la spécificité de l'échographie, de la pneumotoscopie ou de la tympanométrie sont largement insuffisantes pour se substituer à ces deux examens d'imagerie multiplanaires [22].

Comme évoqué précédemment, ces otites séreuses peuvent être à l'origine de troubles de l'audition. C'est pourquoi les potentiels évoqués auditifs² sont souvent employés, bien qu'ils ne soient pas un examen permettant un diagnostic de certitude. Une étude a démontré une perte significative d'audition de l'ordre de 21 dB par rapport au niveau normal chez les Cavaliers King Charles atteints d'otites séreuses primaires [23]. Ainsi, ces affections ne doivent pas être considérées comme sans conséquence sur la qualité de vie de l'animal.

Une myringotomie ou une ostéotomie ventrale de la bulle tympanique suivies de rinçages pour vidanger la bulle sont les deux prises en charge chirurgicales les plus fréquemment réalisées. Un traitement systémique à base de corticoïdes et d'antibiotiques doit être initié par la suite. Les corticoïdes permettent de diminuer l'œdème et l'inflammation causés par les rinçages alors que les antibiotiques permettent d'éviter l'apparition d'une otite externe bactérienne. Ces techniques permettent une bonne amélioration des signes cliniques mais le taux de récurrence est élevé [19].

Pour contrer les récurrences, l'utilisation de tubes transtympaniques est recommandée. Cette technique consiste à mettre en place un tube permettant l'écoulement permanent du contenu de la bulle tympanique vers l'extérieur, ce qui résout les signes cliniques et améliore grandement le confort de vie de l'animal. Les récurrences sont également possibles et s'expliquent par une migration précoce du tube transtympanique. Ces récurrences sont néanmoins plus espacées que lors de myringotomies.

² **Potentiels évoqués auditifs** : examen complémentaire consistant à enregistrer à partir d'électrodes de surface l'activité électrique du nerf vestibulo-cochléaire et des premiers relais des voies nerveuses de l'audition au sein du tronc cérébral suite à une stimulation sonore au niveau des oreilles.

Ainsi, ces tubes peuvent être une alternative aux myringotomies et aux rinçages répétés de la bulle tympanique mais ils requièrent un équipement spécialisé et un manipulateur expérimenté [24] [25].

b) Sparrow : une ataxie cérébelleuse liée à une hydrocéphalie congénitale

- Motif et date de consultation

Sparrow a été présenté le 26 octobre 2020 pour une démarche chancelante associée à des pertes d'équilibre, présente depuis son adoption.

- Commémoratifs et anamnèse

Sparrow est un chien croisé Yorkshire Terrier mâle entier de bientôt 5 mois, adopté à la Société de Protection des Animaux à l'âge de 2 mois. Il vit en appartement sans autres animaux. Il est correctement vacciné et traité contre les parasites. En ce qui concerne ses antécédents médicaux, Sparrow est borgne de l'œil droit depuis toujours (anomalie congénitale). Il a présenté une gastro-entérite il y a quinze jours suite à l'ingestion d'un panier. Il est actuellement sous ANAXIVIA ND, un sirop calmant à base de plantes car c'est un chien de nature anxieuse.

Depuis son adoption, les propriétaires trouvent que Sparrow présente une démarche chancelante associée à des pertes d'équilibre. Il tourne souvent en rond. Il semble être visuel et se repérer dans l'espace mais il se cogne de temps en temps malgré tout. Il manque globalement d'agilité.

- Examen clinique général

Sparrow est borgne de l'œil droit et un retard de croissance est suspecté. Son examen clinique général ne présente pas d'anomalies sinon.

- Examen neurologique à distance

Sparrow présente une altération de la vigilance (dépression) ainsi qu'une ataxie symétrique bilatérale (troubles de l'équilibre et de la coordination) associée à une hypermétrie modérée, une diminution du polygone de sustentation, des chutes, une marche compulsive en cercle (à gauche le plus souvent) et des tremblements intentionnels.

- Examen neurologique rapproché

Sparrow présente une tête large avec un crâne bombé en forme de dôme, ainsi qu'un défaut d'ossification de la boîte crânienne en région fronto-pariétale laissant suspecter une fontanelle persistante. Les réactions posturales sont légèrement diminuées sur les quatre membres. Les réflexes médullaires sont quant eux normaux. La réponse de clignement à la menace est absente sur le seul œil présent alors que le réflexe photomoteur et le réflexe palpébral sont présents. Les autres tests ne présentent pas d'anomalies.

- Liste des anomalies et neurolocalisation

Le tableau suivant résume les signes cliniques observables à l'examen à distance et à l'examen rapproché en fonction des structures nerveuses atteintes :

Structure atteinte	Signes visibles à l'examen à distance	Signes visibles à l'examen rapproché
Cortex	Altération de la vigilance**, trouble du comportement (agressivité, désintérêt**), crises convulsives, marche en cercle large sans tête penchée**, hémiparésie	Amaurose, déficits proprioceptifs controlatéraux**
Diencephale	Troubles comportementaux (alimentaires, sexuels, sommeil) et endocriniens, dépression**, crises convulsives, hémiparésie controlatérale	Amaurose
Tronc cérébral	Altération de la vigilance (formation réticulée)**, ataxie**, héli ou tétraparésie	Dysfonctionnement des nerfs crâniens (III à XII)
Cervelet	Ataxie symétrique**, hypermétrique**, tremblements intentionnels**, syndrome vestibulaire paradoxal	Absence de clignement à la menace du même côté que la lésion**
Appareil vestibulaire	Ataxie asymétrique, tête penchée, tronc incurvé	Nystagmus, déficits proprioceptifs possibles
Moelle spinale	Ataxie symétrique, pas d'anomalies du port de tête, parésie à paralysie	Réflexes médullaires et réactions posturales modifiés selon la localisation de la lésion

** Signes cliniques présents chez Sparrow

Table 3 : Signes cliniques observables lors d'atteinte du cortex, du diencephale, du tronc cérébral, du cervelet, du système vestibulaire et de la moelle spinale.

Les signes observés chez Sparrow sont indiqués par un double astérisque vert. Ainsi, l'examen à distance et l'examen rapproché nous orientent vers une atteinte neurologique bilatérale touchant le cortex, le diencephale, le tronc cérébral et le cervelet. Autrement dit, Sparrow présente des signes d'atteinte centrale diffuse.

- Principales hypothèses et examens complémentaires possibles

Les principales étiologies à l'origine d'une atteinte centrale diffuse sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Système VITAMIN D	Etiologies possibles
Vasculaire	Accident vasculaire cérébral
Infectieux/Inflammatoire	<u>Infectieux</u> : maladie de Carré, herpesvirose, néosporose <u>Inflammatoire</u> : méningo-encéphalite granulomateuse ou nécrosante
Trauma/Toxique	<u>Toxique</u> : métronidazole
Anomalies congénitales	Hydrocéphalie, hypoplasie/abiotrophie du cervelet
Métabolique	Encéphalose hépatique liée à un shunt porto-systémique
Iatrogène/Idiopathique	
Néoplasique	Méningiome, gliome, lymphome
Dégénératif	Maladie de surcharge lysosomale

Table 4 : *Étiologies possibles lors d'atteinte centrale diffuse.*

Le jeune âge et la race de Sparrow ainsi que l'évolution chronique des signes cliniques placent l'hydrocéphalie et l'encéphalopathie hépatique liée à un *shunt* porto-systémique comme étant les deux hypothèses les plus probables. En effet, les chiens de petites races (ex : Bichon Maltais, Yorkshire Terrier) sont plus à risque de présenter un *shunt* porto-systémique congénital ou une hydrocéphalie congénitale.

En cas de *shunt* porto-systémique, le fonctionnement du foie n'est pas optimal ce qui engendre un défaut d'absorption des nutriments au niveau de l'intestin et donc un retard de croissance. Les animaux présentent souvent des troubles de la vigilance, des tremblements permanents de la tête, une démarche anormale et automatique, une perte de vision, des convulsions voire un coma. Ces signes sont liés à l'accumulation de produits tels que l'ammoniaque dans l'organisme, notamment au niveau de l'encéphale. On parle alors d'encéphalopathie hépatique.

En cas d'hydrocéphalie, les signes cliniques dépendent de la sévérité de l'atteinte et des structures touchées. Les animaux présentent généralement une tête en forme de dôme avec une ou plusieurs fontanelles persistantes.

Un bilan sanguin est donc proposé aux propriétaires en première intention afin d'explorer un éventuel *shunt* porto-systémique (signes d'insuffisance hépatique i.e. hypoglycémie, hypocholestérolémie, hypourémie, hyperammoniémie,

hypoalbuminémie, augmentation des acides biliaires pré et post-prandiaux) ou de mettre en évidence un foyer inflammatoire et/ou infectieux (globules blancs, protéines totales, albumine, ...). Celui-ci est réalisé et ne présente pas d'anomalies, ce qui rend l'hypothèse du *shunt* porto-systémique peu probable.

A ce stade, une hydrocéphalie est fortement suspectée et plusieurs examens d'imagerie peuvent être proposés. L'échographie permet de visualiser le système ventriculaire au travers d'une fontanelle persistante (échographie transfontanelle). La radiographie peut être suffisante pour confirmer une hydrocéphalie lorsqu'elle révèle des anomalies franches de l'architecture de la boîte crânienne (calvarium en dôme et amincissement des corticales osseuses, fontanelles persistantes, encéphale homogène d'aspect en « verre dépoli »). L'examen TDM et l'IRM restent les meilleurs outils pour observer dans son intégralité l'encéphale et pour visualiser précisément la dilatation des ventricules. L'examen TDM est suffisant en cas de lésion évidente mais l'IRM demeure la meilleure méthode pour s'assurer qu'il n'y a pas d'autres anomalies concomitantes des tissus mous.

Les propriétaires optent finalement pour l'examen TDM, plus rapide et économique que l'IRM. Le bilan pré-anesthésique de Sparrow ne montrant pas d'anomalies, celui-ci est anesthésié pour passer dans le scanner TDM.

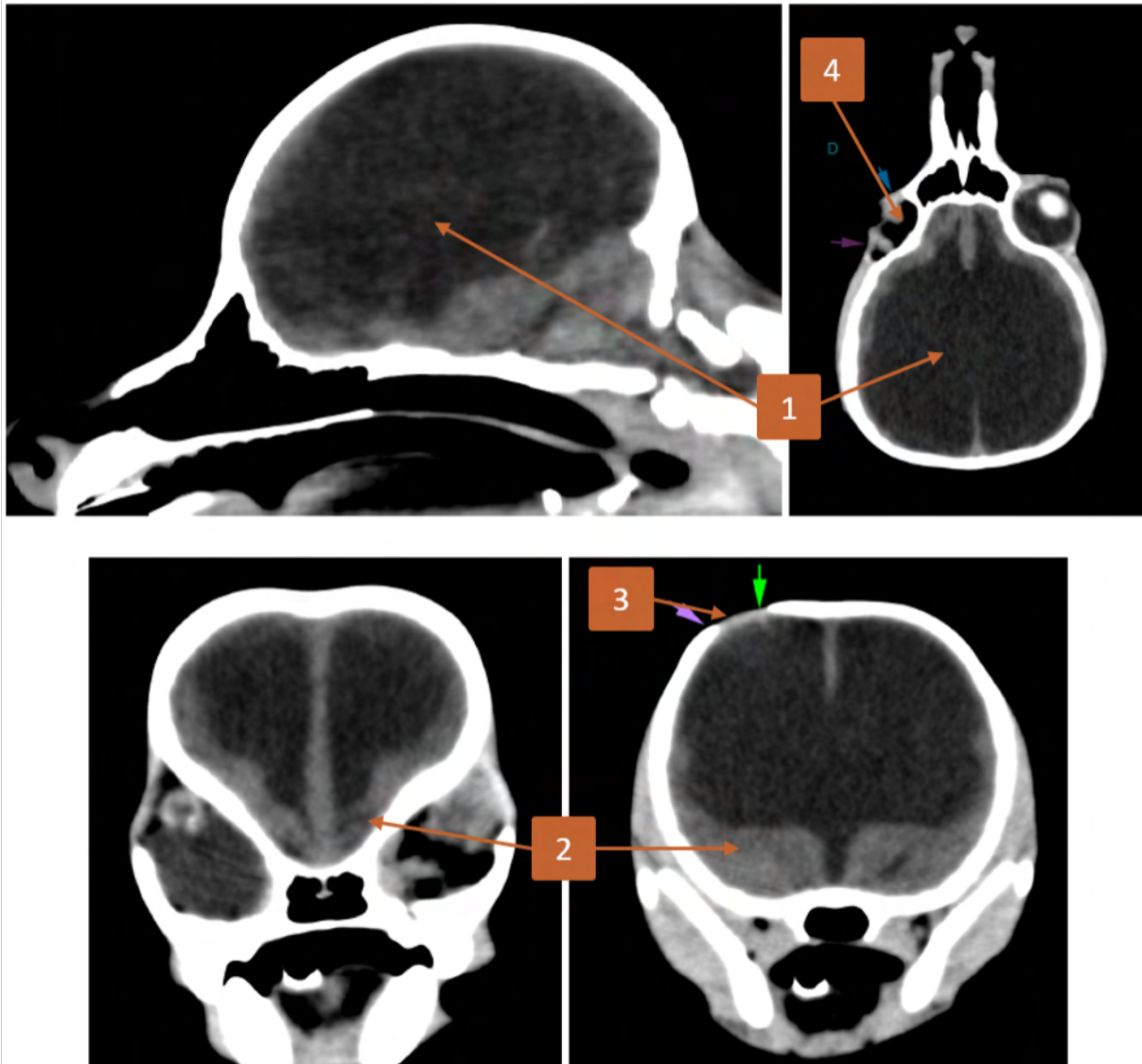


Figure 19 : Images tomodensitométriques de la tête de Sparrow.

[1] : dilatation sévère de l'ensemble du système ventriculaire, [2] : amincissement marqué du parenchyme cérébral, [3] : fontanelle persistante, [4] anophtalmie droite.

Les images tomodensitométriques **[Figure 19]** mettent en évidence une dilatation sévère de l'ensemble du système ventriculaire, sans qu'un site d'obstruction ne soit visible. Cette dilatation est associée à un amincissement marqué du parenchyme cérébral et une absence de septum pellucidum. Le cervelet est atrophié. Un défaut de fermeture de la boîte crânienne en région fronto-pariétale droite compatible avec une fontanelle persistante est observée ainsi qu'une anophtalmie à droite.

- Diagnostic étiologique et relation avec les signes cliniques observés

Les images tomodensitométriques évoquent une hydrocéphalie sévère, c'est-à-dire une dilatation active importante du système ventriculaire, sans signe d'obstruction. Le système ventriculaire correspond à l'ensemble de cavités à l'intérieur de l'encéphale en continuité avec le canal central de la moelle spinale [Figure 20]. Il participe à la sécrétion et à la circulation du liquide cérébro-spinal (LCS) dans lequel baigne le système nerveux central.

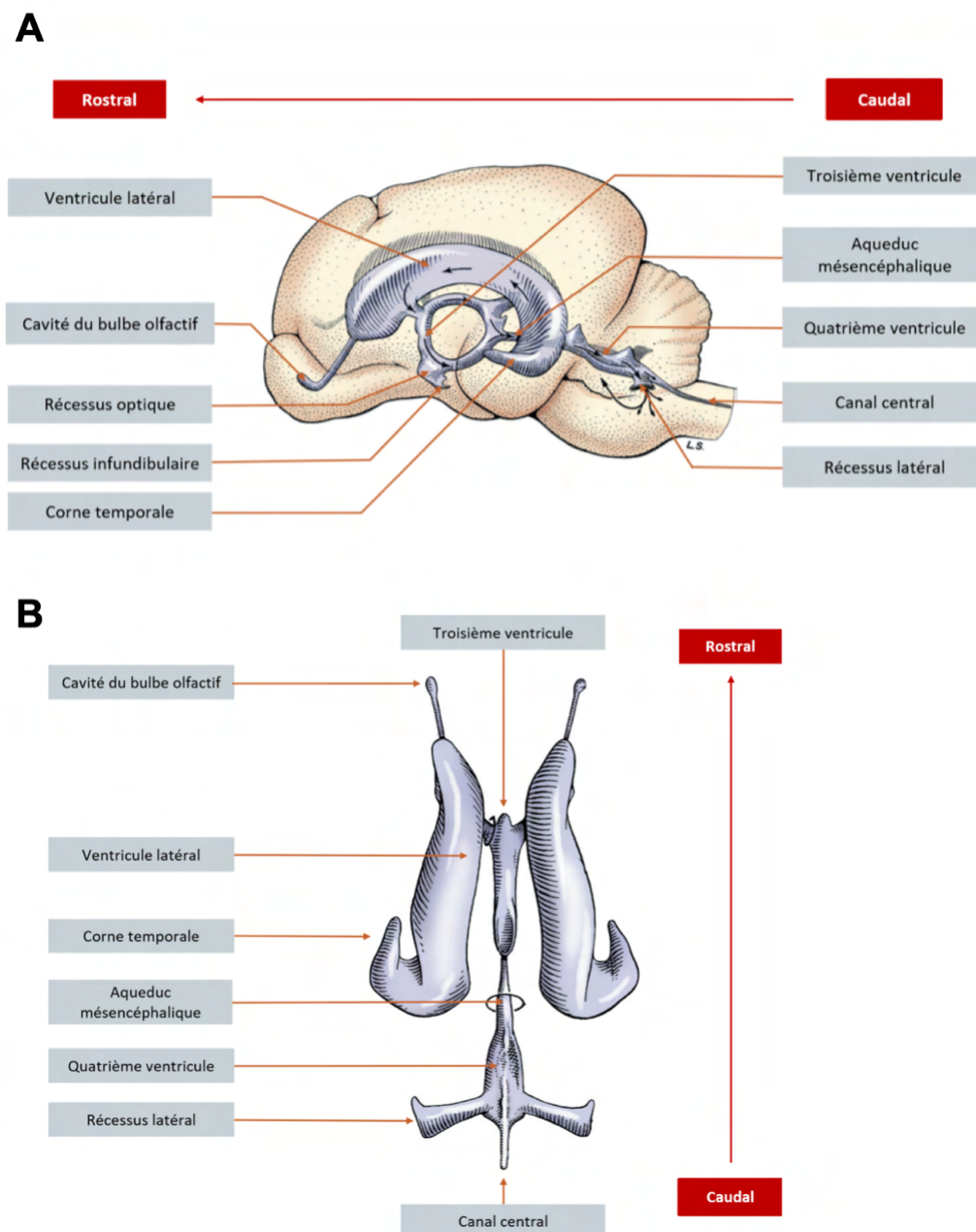


Figure 20 : (A) Vue latérale gauche schématisée du système ventriculaire chez le Chien. (B) Vue dorsale schématisée du système ventriculaire chez le Chien. Images adaptées à partir de [26].

L'hydrocéphalie correspond à une distension active de ce système ventriculaire par accumulation pathologique de LCS dans les ventricules (hydrocéphalie intra-ventriculaire) et/ou dans l'espace sous-arachnoïdien (hydrocéphalie extra-ventriculaire). Bien que des hydrocéphalies par défaut d'absorption ou par surproduction soient décrites, la majorité d'entre elles résultent d'une obstruction pathologique des voies de circulation du LCS. Ces obstructions sont congénitales (sténose congénitale de l'aqueduc mésencéphalique) ou acquises (secondaires à une inflammation ou une tumeur).

Dans le cas de Sparrow, compte tenu de son âge, il s'agit probablement d'une hydrocéphalie congénitale, d'autant plus que les races naines (Bichon Maltais, Chihuahua, Yorkshire Terrier, Cairn Terrier) y sont prédisposées.

Cette accumulation de liquide dans les ventricules, quelque soit sa cause, est responsable progressivement d'une atrophie du parenchyme cérébral et d'une augmentation de la pression intracrânienne. Cette augmentation de la pression intracrânienne chez les chiots pour lesquels les fontanelles ne sont pas encore fermées entraîne une déformation du crâne (tête en forme de dôme) comme cela a été observé chez Sparrow.

Les signes cliniques d'hydrocéphalie peuvent être visibles à la naissance, surtout en ce qui concerne les caractéristiques physiques (tête large en forme de dôme, persistance des fontanelles, retard de croissance). Les animaux peuvent également présenter un strabisme ventrolatéral bilatéral (« signe du soleil levant »). L'origine de ce strabisme est controversée et celui-ci peut être dû à une déformation du crâne et des orbites occasionnant un mauvais positionnement des yeux, ou encore à une compression des nerfs oculomoteurs au niveau du mésencéphale suite à l'accumulation de liquide.

Les troubles nerveux apparaissent généralement dans les premiers mois de vie de l'animal mais certains chiens peuvent déclencher des signes une fois adulte. Ces troubles peuvent traduire :

- une atteinte du prosencéphale : état mental altéré, changement de comportement, difficultés d'apprentissage, diminution de la vision ou amaurose, marche en cercle, démarche compulsive et manifestations épileptiformes ;

- une atteinte du cervelet (en cas de compression du cervelet) : une ataxie cérébelleuse peut être observée (ataxie symétrique, atteinte des quatre membres, tremblements intentionnels, absence de clignement à la menace).

- Pronostic et traitements

Le but du traitement de l'hydrocéphalie, qu'il soit médical ou chirurgical, est d'améliorer le flux du LCS, soit en diminuant sa production au niveau des plexus choroïdiens, soit en augmentant son élimination. Le pronostic dépend de la sévérité de la condition, des signes cliniques présents, de l'âge d'apparition des premiers symptômes et de la réponse au traitement (médical ou chirurgical).

Les corticoïdes et l'acétazolamide sont les molécules les plus couramment utilisées pour diminuer la production du LCS, l'œdème environnant et l'hypertension intracrânienne associée.

Le traitement chirurgical repose sur la mise en place d'un système de dérivation qui permet d'éliminer le surplus de LCS des ventricules cérébraux dans la circulation sanguine *via* la veine jugulaire et le cœur droit (*shunt* ventriculo-atrial) ou dans la cavité péritonéale (*shunt* ventriculo-péritonéal). Il n'existe pas de consensus précis quant à la nécessité d'intervenir chirurgicalement mais l'intervention est généralement indiquée lorsque l'animal présente une dégradation clinique ou si le traitement médical est inefficace.

Un traitement médical a donc été initié en première intention chez Sparrow qui a été mis sous acétazolamide : 10 mg/kg *PO BID* pendant les prochains mois. L'absence de signes d'étourdissement ou de troubles digestifs doit être surveillée. Il est recommandé de doser régulièrement (tous les 3 à 6 mois) les paramètres rénaux et les électrolytes (notamment le potassium) car il s'agit d'un traitement diurétique.

- Suivi

Sparrow est malheureusement décédé naturellement une semaine après sa consultation, sans qu'une décompensation préalable n'ait pu être observée par les propriétaires.

- Discussion : focus sur la prise en charge chirurgicale des hydrocéphalies avec un *shunt* ventriculo-péritonéal

Les traitements médicaux (diurétiques, corticoïdes, inhibiteurs de l'anhydrase carbonique) et les ponctions de LCS ne sont efficaces que sur une période brève. Seul le traitement chirurgical permet d'envisager une amélioration durable des symptômes. Le *shunt* ventriculo-péritonéal est l'option chirurgicale la plus pratiquée en médecine vétérinaire lors d'hydrocéphalie.

Comme évoqué précédemment, cette technique consiste à drainer l'excès de LCS présent dans les ventricules dans la cavité péritonéale. De telles dérivations nécessitent la mise en place de système régulant le débit de LCS afin d'éviter un hyperdrainage et donc un collapsus des ventricules. Ce système est complexe puisqu'il doit s'adapter au débit mais également à la pression régnant dans les cavités ventriculaires. Ainsi, on trouve des valves à basse, moyenne et haute pression. Lors d'hydrocéphalie congénitale, ce sont les valves à basse pression qui sont majoritairement utilisées.

L'opération se déroule en trois temps : mise en place d'un cathéter dans les ventricules latéraux, mise en place du cathéter péritonéal et enfin connexion des deux cathéters à la valve basse pression [27].

Afin de mettre en place le cathéter ventriculaire, une craniotomie est réalisée à équidistance de la protubérance occipitale externe et du canthus latéral de l'œil. Une fois la dure-mère ponctionnée, le cathéter est introduit dans la fenêtre en direction de l'œil controlatéral. Une fois le mandrin retiré, le LCS doit s'écouler et l'extrémité du cathéter doit être clampée afin d'éviter un collapsus trop rapide des ventricules cérébraux. L'extrémité du cathéter est placée sous le muscle temporal.

En ce qui concerne le cathéter péritonéal, une laparotomie est pratiquée dans le creux du flanc. Celui-ci est ensuite introduit dans la cavité péritonéale sur une longueur d'environ 10 cm puis est fixé à l'aide d'un laçage lors de la fermeture de la paroi. Une tunnélisation sous-cutanée est alors pratiquée depuis la fosse para-lombaire jusqu'à la tête de l'animal au moyen d'une pince hémostatique ou d'un dissecteur mousse.

Les deux cathéters sont ensuite connectés à la valve, le tout étant enfoui sous la peau de l'animal. Ces cathéters radio-opaques peuvent faire l'objet d'un suivi radiographique pour s'assurer du bon positionnement post-opératoire [Figure 21] mais également pour s'assurer que le système reste en place avec le temps.



Figure 21 : Radiographie post-opératoire suite à la mise en place d'un shunt ventriculo-péritonéal chez un chiot bouledogue français de presque 9 semaines. D'après [28].

Les complications associées à la mise en place de cette dérivation sont nombreuses. Une étude rétrospective faisant la synthèse de plusieurs articles s'est attachée à lister et quantifier ces différentes complications [29]. Dans cette étude, 60 chiens présentés pour hydrocéphalie (congénitale ou acquise) ont été traités à l'aide d'un *shunt* ventriculo-péritonéal. Parmi les complications post-opératoires recensées, on dénombre : des obstructions du système par des débris cellulaires ou de la fibrine (10%), des douleurs intenses (5,50%), des infections du système (4,10%), des déconnexions du système (4,10%), des hyperdrainages (2,70%) ou des enroulements du système (1,60%). L'utilisation prophylactique d'antimicrobiens est à considérer lors de la mise en place de *shunt* ventriculo-péritonéaux car le risque l'inoculation de bactéries est majoré lors de la chirurgie [30] [31].

Dans une étude rétrospective de Biel et *al.* [32], 72% des animaux ayant une hydrocéphalie congénitale présentaient une amélioration clinique visible suite à la mise

en place du *shunt* et 25% ont présenté une résolution totale des signes cliniques. Les taux de survie post-opératoires étaient de 80% à un mois, 66% à 3 mois et 55% à 18 mois. Un chien était toujours vivant 9 ans et demi après la pose du *shunt*.

Ainsi, le *shunt* ventriculo-péritonéal permet d'améliorer le confort et la durée de vie de l'animal. Les complications ne sont pas négligeables et doivent être discutées avec le propriétaire. L'âge du sujet, la gravité de l'atteinte corticale préalable et la prise en charge précoce de l'hydrocéphalie et des complications post-opératoires sont essentiels à la réussite du traitement chirurgical.

c) *Innaruk : une atrophie des muscles masticateurs liée à une tumeur trigémínée*

- Motif et date de consultation

Innaruk a été présenté le 28 octobre 2020 pour une asymétrie faciale évoluant depuis un mois.

- Commémoratifs et anamnèse

Innaruk est un chien Malamute mâle entier de 7 ans, adopté chiot dans un élevage. Il vit en maison sans autres animaux. Il est correctement vacciné et vermifugé. En ce qui concerne ses antécédents médicaux, Innaruk a eu la toux du chenil à deux reprises lorsqu'il était chiot. Il a également été victime d'un accident de la voie publique (AVP) il y a deux ans qui n'a pas laissé de séquelles.

Les propriétaires ont constaté il y a un mois qu'Innaruk présentait une asymétrie faciale. Il est en bon état général par ailleurs et son comportement est inchangé. Il a bon appétit et ne présente pas de troubles de la déglutition ou de la mastication.

- Examen clinique général

L'examen clinique général d'Innaruk est normal.

- Examen neurologique à distance

Innaruk est alerte et ne présente pas de troubles de la démarche.

- Examen neurologique rapproché

Les réactions posturales et les réflexes médullaires sont normaux. A l'examen de la face, une asymétrie faciale avec fonte des muscles temporal et masséter gauches est constatée, ainsi qu'une apophyse zygomatique gauche saillante et une énophtalmie gauche [Figure 22].



Figure 22 : Examen de la face d’Innaruk.

[1] : amyotrophie du muscle temporal, [2] : amyotrophie du muscle masséter.

Lors de l’examen des nerfs crâniens, Innaruk présente un bon réflexe palpébral à droite mais inconstant à gauche. Il présente par ailleurs une bonne sensibilité faciale. Les autres tests ne présentent pas d’anomalies.

- Liste des anomalies et neurolocalisation

Le fait qu’Innaruk soit alerte nous indique que la formation réticulée et le cortex ne sont pas atteints. Lors de l’examen neurologique rapproché, les réactions posturales normales traduisent l’absence de déficits proprioceptifs. L’amyotrophie des muscles temporal et masséter gauches ainsi que la fermeture inconstante de la paupière gauche lors du réflexe palpébral, sans signe de paralysie faciale, sont en faveur d’une atteinte unilatérale du nerf trijumeau à gauche. Cependant, la sensibilité faciale reste correcte. Le reste des tests étant normaux, les autres nerfs crâniens ne semblent pas touchés.

Ainsi, Innaruk présente une atteinte unilatérale du nerf trijumeau sans altération de la sensibilité faciale.

- Principales hypothèses et examens complémentaires possibles

On est face à une atteinte trigémínée unilatérale gauche chronique associée à une fonte musculaire des muscles masséter et temporal à gauche. Le caractère focal, l'atteinte unilatérale et la lenteur de l'évolution sont en faveur :

- d'une lésion tumorale primitive du nerf trijumeau tels qu'une tumeur de la gaine nerveuse (schwannome, neurofibrome, neurofibrosarcome) ou un lymphome,
- d'une lésion tumorale secondaire du nerf trijumeau telle qu'une tumeur des tissus mous/osseux qui comprime/envahit le nerf V,
- d'une névrite du trijumeau.

On ne peut cependant pas exclure une myosite des muscles masticateurs (maladie auto-immune avec des anticorps dirigés contre les fibres musculaires des muscles masticateurs de l'animal) ou encore une neuropathie trigémínée idiopathique mais ces affections sont généralement bilatérales.

L'IRM est l'examen de choix pour explorer les hypothèses de tumeur de la gaine nerveuse ou de lymphome puisqu'il présente un meilleur contraste pour les tissus mous (notamment au niveau du tronc cérébral et du cervelet) par rapport à l'examen TDM et permet de visualiser le départ des nerfs crâniens.

Les propriétaires acceptent de réaliser une IRM. Le bilan pré-anesthésique d'Innaruk ne montre pas d'anomalies. Il est donc anesthésié pour passer dans l'IRM.

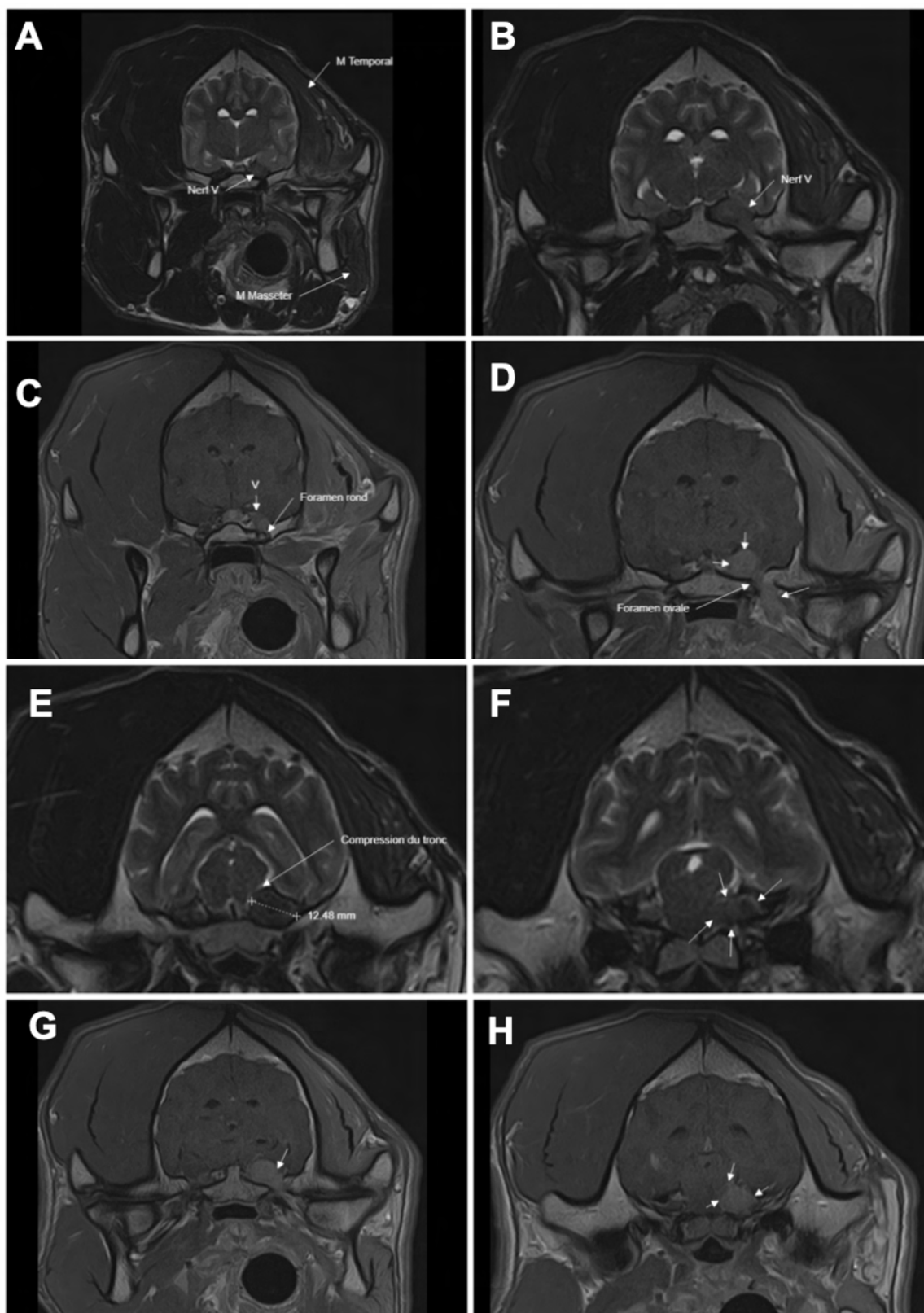


Figure 23 : Examen IRM de la tête d’Innaruk.

(A-D) Coupes transversales au niveau du diencephale : images pondérées en T2 (A,B) et images pondérées en T1 après injection de gadolinium (C,D).

(E-H) Coupes transversales au niveau du mésencéphale : images pondérées en T2 (E,F) et images pondérées en T1 après injection de gadolinium (G,H).

Les images montrent la présence d'une masse extra-axiale nodulaire de 1,3 cm de largeur, latéralisée à gauche sur le plancher de la boîte crânienne, qui prend le contraste de manière uniforme. La masse envahit les trous rond et ovale gauches et entraîne une compression de la face ventrale du mésencéphale gauche. Une atrophie sévère des muscles temporal et masséter gauches est également notée. Les bulles tympaniques sont vides.

- Diagnostic étiologique et relation avec les signes cliniques observés

Ces images sont plutôt en faveur d'une tumeur trigémينية gauche que d'une névrite du trijumeau gauche. En effet, à l'IRM, on s'orientera vers une tumeur trigémينية lorsque le nerf V apparaît épaissi ou sous la forme d'une masse homogène avec éventuellement un effet masse sur le tronc cérébral alors que l'on s'orientera vers une névrite lorsque le nerf apparaît non homogène sans effet masse sur le tronc cérébral [33].

Le nerf trijumeau est composé de trois branches (ophtalmique, maxillaire et mandibulaire) ayant chacune leur propre trou de sortie (respectivement fissure orbitaire, trou ou foramen rond et trou ou foramen ovale) [Figure 24].

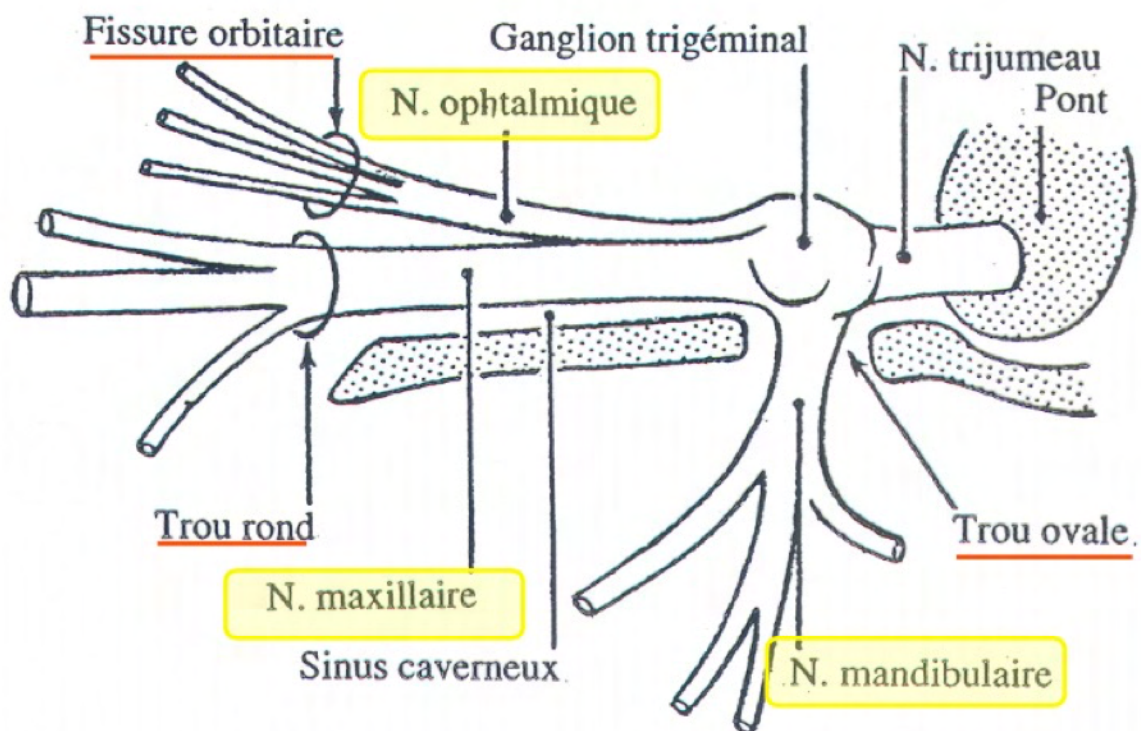


Figure 24 : Les différentes branches du nerf trijumeau et leurs trous de sortie respectifs. Image issue du cours sur les nerfs crâniens du Pr. MOGICATO, dispensé en A2 à l'ENVT.

Ainsi, les images IRM sont plus précisément en faveur d'une tumeur des branches mandibulaire et maxillaire du nerf trijumeau gauche puisque la masse envahit les foramens rond et ovale gauches [Figure 23].

Une tumeur de la gaine nerveuse (schwannome, neurofibrome) est l'hypothèse la plus probable bien qu'un lymphome ne puisse être écarté. Une résection chirurgicale ou une biopsie de la masse permettrait d'en déterminer la nature exacte, mais, compte tenu de la localisation de la masse, ces actes ne sont pas envisageables.

Il faut désormais essayer de faire le lien entre l'étiologie et les signes neurologiques observés.

Le nerf trijumeau V est un nerf mixte. Les branches ophtalmique et maxillaire sont exclusivement sensibles alors que la branche mandibulaire est mixte, avec une partie sensitive et une partie motrice.

La partie sensitive est responsable de la sensibilité de la face, exceptée de la face interne de l'oreille qui est assurée par le nerf facial VII. La partie motrice innerve les muscles masticateurs ainsi que le muscle tenseur du tympan et le muscle tenseur du voile du palais [Figure 25].

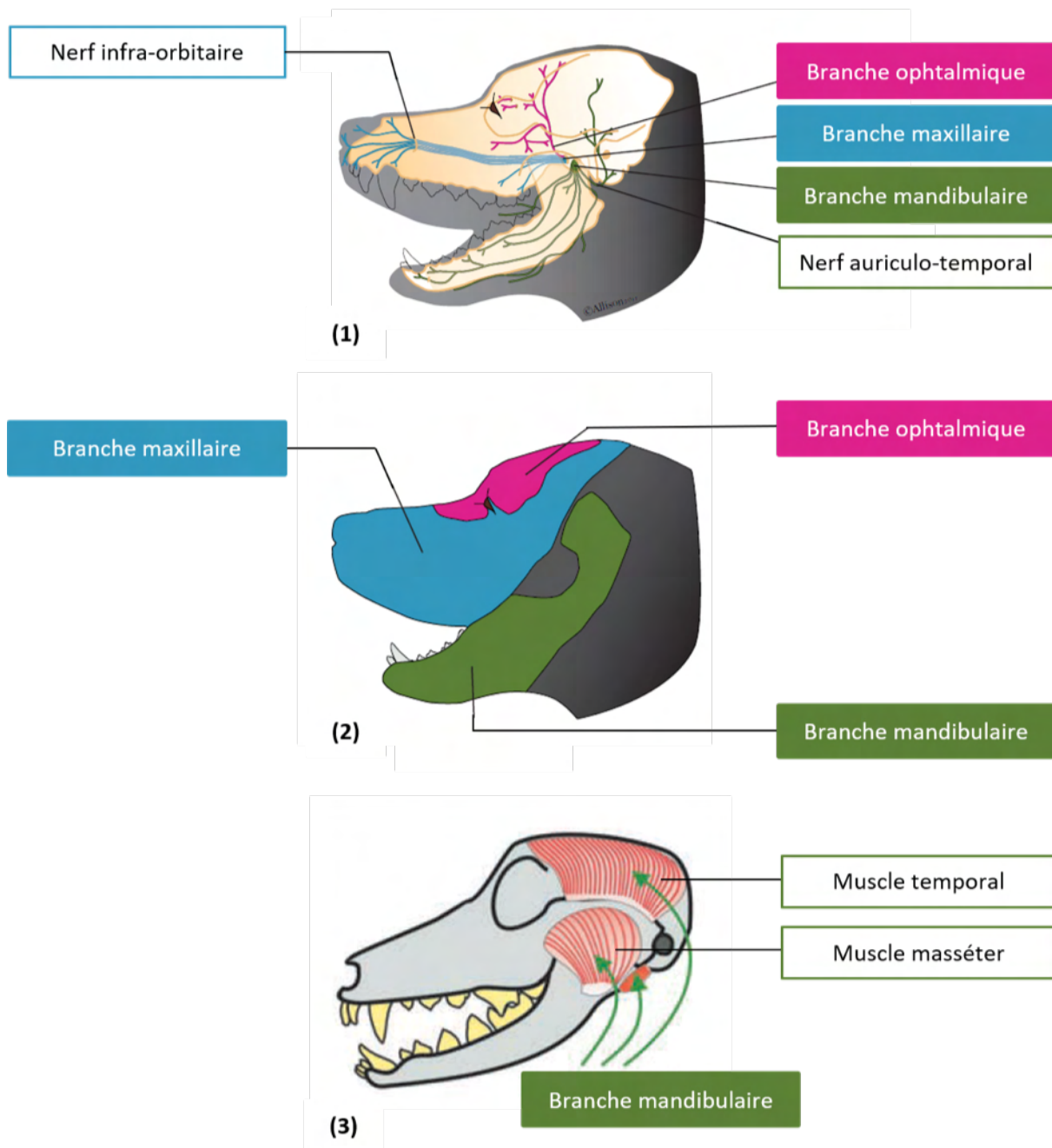


Figure 25 : Le nerf trijumeau et ses branches.

[1] : branches du nerf trijumeau, [2] : innervation sensitive de la face par les trois branches du nerf trijumeau, [3] : innervation motrice des muscles masticateurs par le nerf mandibulaire. Images adaptées à partir de [34].

Le tableau suivant montre quelles branches du nerf trijumeau sont testées lors de l'examen de la face et des nerfs crâniens :

Test	Branche(s) testée(s)
Réflexe cornéen	Ophthalmique
Réflexe palpébral	Canthus médial : ophthalmique/canthus latéral : maxillaire
Stimulation de la muqueuse nasale	Ophthalmique
Pincement de la peau de la face	Partie dorsale : ophthalmique/partie moyenne : maxillaire/partie ventrale : mandibulaire
Evaluation de la taille et de la symétrie des muscles masticateurs	Mandibulaire
Test de la résistance de la mâchoire à l'ouverture de la bouche	Mandibulaire

Table 5 : Branches du nerf trijumeau testées lors de la réalisation de l'examen de la face et des nerfs crâniens.

Pour rappel, Innaruk présente une amyotrophie des muscles masséter et temporal gauches. Innaruk présente un bon réflexe palpébral à droite mais inconstant à gauche. Il présente par ailleurs une bonne sensibilité faciale et les autres tests ne présentent pas d'anomalies. Ainsi, d'après le schéma [Figure 25] et le tableau ci-dessus [Table 5], l'amyotrophie et le réflexe palpébral inconstant sont cohérents avec l'atteinte des branches maxillaire et mandibulaire gauches constatée à l'IRM, sauf pour la sensibilité faciale qui est très bonne sur l'intégralité de la face chez Innaruk.

Il s'avère que la pratique ne correspond jamais parfaitement à la théorie. D'après l'étude de Bagley et *al.* [35], sur 10 chiens présentant une tumeur trigéménée unilatérale, 100% d'entre eux présentaient une amyotrophie ipsilatérale des muscles masticateurs alors que seulement la moitié présentait une diminution de la sensibilité faciale.

Compte tenu de la proximité de certaines fibres sympathiques avec le nerf V, un syndrome de Claude Bernard Horner ipsilatéral peut occasionnellement être observé chez des animaux avec des tumeurs trigéménées (= atteinte du système nerveux sympathique du bulbe de l'œil et de ses annexes avec énophtalmie, procidence de la membrane nictitante, myosis, ptose palpébrale). Des signes d'atteinte du tronc cérébral peuvent être observés en cas de compression/envahissement de ce dernier.

- Pronostic et traitements

Le retrait chirurgical et/ou la radiothérapie sont deux options envisageables lors de tumeur trigéminée.

Compte tenu de la localisation de la lésion, une résection chirurgicale n'est pas envisageable. Des séances de radiothérapie peuvent être envisagées afin de ralentir la progression de la tumeur mais ces séances ne seront en aucun cas curatives.

Une détérioration progressive de la démarche et des pertes d'équilibre sont attendues d'ici quelques mois. En effet, la tumeur comprime déjà une partie du tronc cérébral d'Innaruk.

Un traitement corticoïde peut permettre de limiter temporairement les effets cliniques secondaires à la croissance de la tumeur (réduction de l'œdème cérébral engendré par la tumeur). Un traitement anticonvulsivant peut également être initié si le patient commence à faire des crises convulsives. Une euthanasie doit être envisagée en cas de décompensation.

- Suivi

Les propriétaires d'Innaruk n'ont pas souhaité entreprendre de traitements interventionnistes mais ont préféré profiter de leur chien tant que son état restait correct. Innaruk n'a jamais été revu en consultation par la suite.

- Discussion : focus sur les traitements par chirurgie et radiothérapie lors de tumeur trigéminée chez le Chien

La croissance de ces tumeurs est généralement lente : l'évolution des signes cliniques se fait sur plusieurs mois voire parfois 1 à 2 ans, avec une médiane de survie autour de 6 mois en l'absence de traitements [2-24 mois] [33]. La plupart des chiens finissent par être euthanasiés à cause d'une décompensation clinique.

Plusieurs stratégies thérapeutiques peuvent être envisagées dans la prise en charge de ces tumeurs : l'exérèse chirurgicale seule lorsque la tumeur est accessible, la radiothérapie seule ou encore l'association des deux techniques. Certaines options de chimiothérapie adjuvante ou en monothérapie sont évoquées de façon anecdotique mais aucun consensus n'a été établi.

A ce jour, il n'existe qu'un seul rapport décrivant l'excision chirurgicale de tumeurs de la gaine du nerf trijumeau chez trois chiens [35]. Dans cette étude, deux des chiens étaient encore en vie à 4 et 27 mois après la chirurgie au moment de la parution de l'article. Le troisième chien a été euthanasié 5 mois après sa chirurgie à cause d'une décompensation clinique. Les chiens non traités ont survécu entre 5 et 21 mois après le diagnostic. Cette résection chirurgicale est rarement réalisée en pratique du fait de sa complexité et du fort taux de mortalité/morbidité post-opératoire. En effet, des effets secondaires post-opératoires sont décrits et incluent un strabisme ventro-latéral, un nystagmus spontané, une hémiparésie ou encore des crises convulsives.

La radiothérapie s'impose comme une prise en charge de choix des tumeurs de la gaine du nerf trijumeau. La technique de radiothérapie la plus moderne et actuellement développée est dite stéréotaxique. Contrairement aux anciennes méthodes où une large zone contenant des tissus sains était irradiée, cette technique permet de cibler avec précision la tumeur et donc d'utiliser des doses tumoricides plus élevées tout en préservant les tissus sains adjacents. Pour cibler la tumeur, il est nécessaire que l'animal soit anesthésié pendant la procédure. Dans une analyse rétrospective menée par Hansen et al. [36], 8 chiens présentant une tumeur trigémينية ont reçu trois doses de 8 Grays pendant trois jours consécutifs ou toutes les 48 heures, sous anesthésie générale. La médiane de survie de ces chiens était de 745 jours [99-1375 jours]. Aucun effet indésirable post-traitement n'a été décrit.

Ainsi la radiothérapie est une modalité thérapeutique non invasive qui permet une amélioration significative du taux de survie chez une grande partie des animaux. Cette technique est cependant onéreuse et nécessite des anesthésies générales rapprochées.

d) *Caramel : une paraplégie liée à une luxation vertébrale*

- Motif et date de consultation

Caramel a été présenté le 28 octobre 2020 car il a été retrouvé le matin-même devant la maison des propriétaires, incapable de se déplacer.

- Commémoratifs et anamnèse

Caramel est un chat européen mâle entier de 1 an, adopté chaton chez un particulier. Il vit en maison et a accès à l'extérieur. Il n'est pas médicalisé et n'a aucun antécédent médical particulier.

Caramel a été retrouvé immobile devant la maison des propriétaires le jour de la consultation. Il a été vu la veille au soir et ne présentait pas d'anomalies.

- Examen clinique général

Caramel présente une tachycardie compatible avec un stress, une douleur et/ou un état de choc compensé. Ses muqueuses roses pâles peuvent traduire des pertes sanguines et/ou une vasoconstriction périphérique consécutive à un état de choc. De nombreux hématomes sont présents sur son abdomen ce qui peut correspondre à un traumatisme et/ou des troubles de l'hémostase. Le reste de son examen clinique est dans les normes.

- Examen neurologique à distance

Caramel est alerte et son port de tête est normal. Il présente une paraplégie (perte totale de motricité volontaire des postérieurs). Les membres antérieurs sont quant à eux normaux et permettent le déplacement.

- Examen neurologique rapproché

Les réactions posturales des antérieurs sont normales. Celles des postérieurs ne peuvent pas être interprétées du fait de la paraplégie.

Les réflexes médullaires sont normaux au niveau des antérieurs et légèrement augmentés au niveau des postérieurs.

Le réflexe panniculaire fait défaut en arrière de la jonction thoraco-lombaire mais réapparaît plus crânialement.

La nociception est conservée au niveau des antérieurs (l'animal miaule et se retourne lors du pincement des doigts de la main). A l'inverse, l'écrasement des orteils n'engendre aucune réaction, démontrant une absence de nociception.

L'examen des nerfs crâniens ne présente pas d'anomalies.

- Liste des anomalies et neurolocalisation

Le fait que Caramel soit alerte nous indique que la formation réticulée et le cortex ne sont pas atteints. Il présente une paraplégie en faveur d'une atteinte centrale médullaire. Les antérieurs sont épargnés, donc la lésion est située caudalement au segment médullaire T2. Les réflexes médullaires des postérieurs sont légèrement augmentés donc l'atteinte est de type MNC et la lésion se situe entre T3 et L3. Le réflexe panniculaire, présent crânialement à la jonction thoraco-lombaire, fait défaut caudalement à celle-ci, permettant de préciser que la lésion est vraisemblablement située entre les segments médullaires T3 et T13.

Lorsqu'on est face à une atteinte médullaire, pour grader la sévérité de la lésion, on utilise le système de notation suivant :

Stade	Signes associés
1	Animal ambulateur avec une douleur rachidienne sans déficit neurologique
2	Ataxie ou parésie ambulatoire avec conservation de la sensibilité douloureuse profonde et continence vésicale et anale
3	Parésie non ambulatoire avec conservation de la sensibilité douloureuse profonde et continence vésicale et anale
4	Paralysie (perte totale des mouvements volontaires) avec conservation de la sensibilité douloureuse profonde et souvent perte de la continence urinaire voire fécale
5	Paralysie, incontinence urinaire voire fécale, perte de la sensibilité profonde (A : - 48h, B : + 48h)

Table 6 : Estimation du stade clinique lors d'une atteinte médullaire.

Le fait que Caramel soit non ambulateur depuis moins de 24h avec une nociception absente sur les membres pelviens le place en stade 5A.

- Principales hypothèses et examens complémentaires possibles

Cette atteinte focale aiguë de la moelle spinale chez un chat européen de 1 an suggère les hypothèses suivantes :

Système VITAMIN D	Etiologies possibles
Vasculaire	Embolie fibro-cartilagineuse
Infectieux/Inflammatoire	Méningite (rare ++)
Trauma/Toxique	<u>Trauma</u> : hernie discale aiguë, luxation/subluxation vertébrale, fracture vertébrale, hématome engendrant une compression médullaire
Anomalies congénitales	Anomalies/instabilités vertébrales qui décompensent subitement
Métabolique	PIF ++
Iatrogène/Idiopathique	
Néoplasique	Tumeur (certaines d'entre elles peuvent passer inaperçues et saigner de manière aiguë ou engendrer une soudaine instabilité articulaire ou une fracture pathologique). Lymphome +++ chez le chat
Dégénératif	

Table 7 : *Étiologies possibles lors d'atteinte focale aiguë de la moelle spinale.*

PIF : Péritonite Infectieuse Féline

Au vu de l'anamnèse et de l'examen clinique de Caramel, l'hypothèse traumatique s'impose comme la plus probable. En effet, les hématomes présents sur l'abdomen nous orientent sur le fait que l'animal a sûrement eu un AVP (accident de la voie publique), d'autant plus qu'il a accès à l'extérieur et qu'il était parfaitement ambulateur la veille.

La vétérinaire suspecte une luxation ou une fracture vertébrale. Plusieurs examens d'imagerie sont donc envisageables : la radiographie, l'examen TDM ou l'IRM.

Généralement, l'examen radiographique est suffisant pour diagnostiquer ce type de lésion [37], en commençant par des vues latérales puis des vues ventro-dorsales au besoin. Des fractures/luxations multiples étant observées chez 5 à 10% des animaux polytraumatisés [38] [39], il est recommandé de radiographier l'intégralité de la colonne vertébrale.

Dans les cas où les fractures/luxations suspectées ne sont pas visibles sur les radiographies, l'examen tomodensitométrique se présente comme la meilleure option de substitution. En effet, il procure une excellente définition osseuse et permet la

visualisation d'éléments dans le canal vertébral. L'IRM permet quant à elle d'objectiver plus finement les lésions spinales mais sa définition osseuse est moins bonne que celle du scanner TDM. Une myélographie peut être proposée en fonction des résultats d'imagerie, mais est rarement nécessaire pour ce type de lésion.

L'examen tomodensitométrique est finalement élu afin d'objectiver une lésion osseuse, d'évaluer la sévérité de la lésion et de proposer la prise en charge la plus adéquate.

Le bilan pré-anesthésique de Caramel ne montre pas d'anomalies. Il est donc anesthésié pour passer dans le scanner.

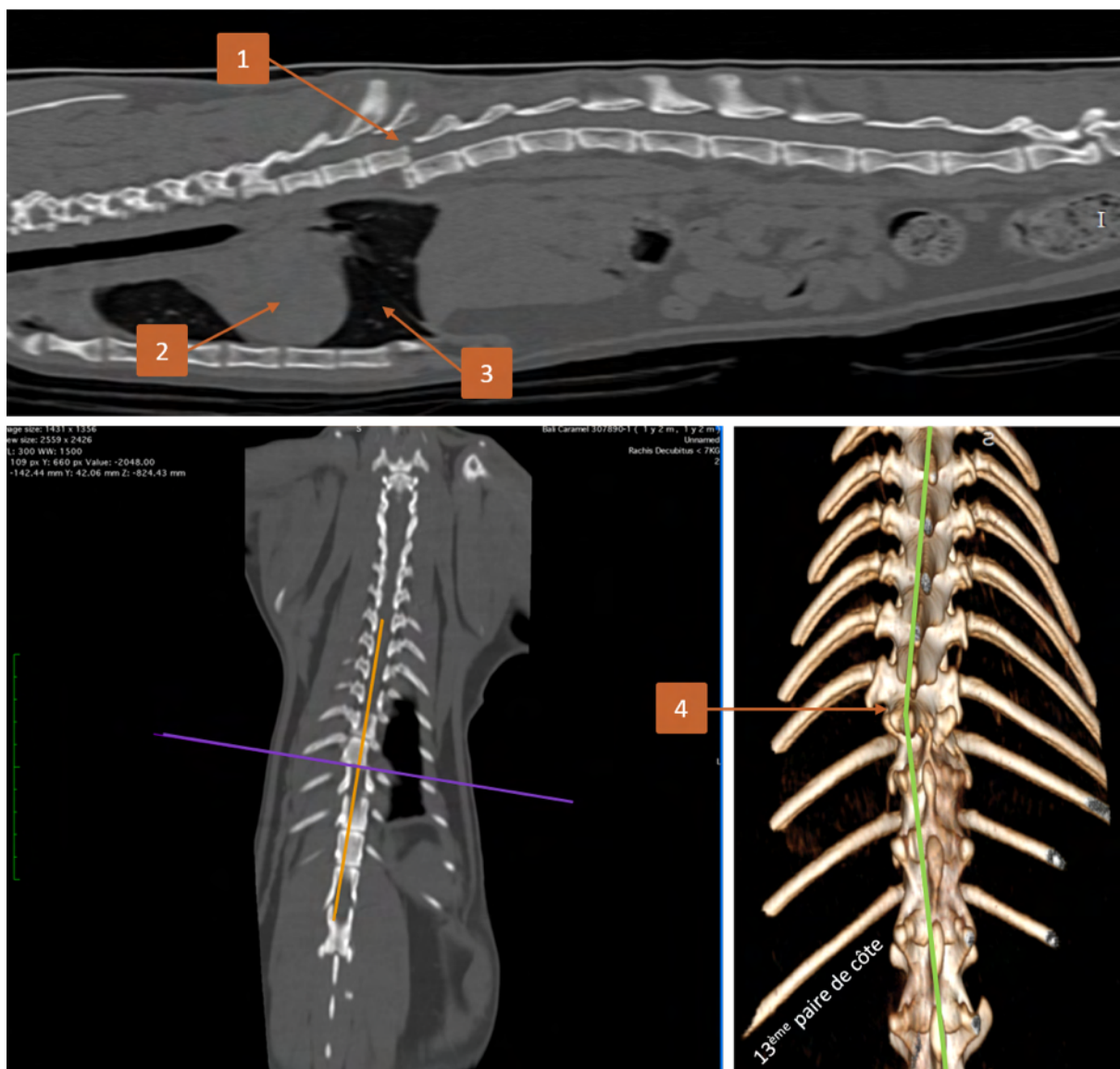


Figure 26 : Images tomodensitométriques de la colonne vertébrale de Caramel.

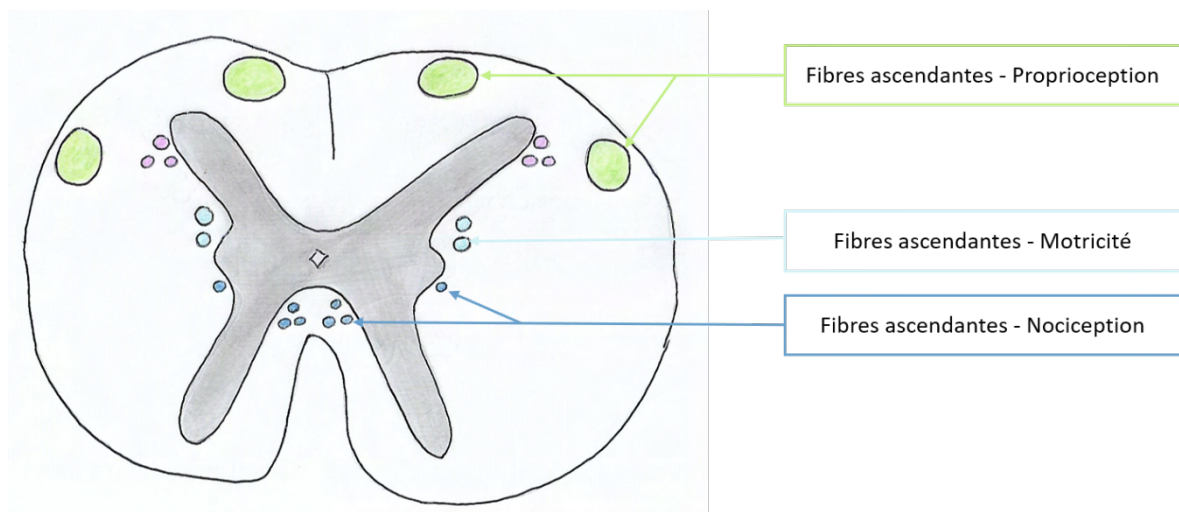
[1] : fracture et déplacement de la 10^{ème} vertèbre thoracique, [2] : cœur, [3] : parenchyme pulmonaire, [4] : perte de linéarité de la colonne vertébrale au niveau de la 10^{ème} vertèbre thoracique.

Une fracture transverse complète au niveau de la partie caudale de la dixième vertèbre thoracique est visible. Celle-ci est associée à un déplacement vertébral ventral de la partie en aval de la lésion.

- Diagnostic étiologique et relation avec les signes cliniques observés

On est face à une fracture de la dixième vertèbre thoracique associée à une luxation vertébrale. Il faut désormais essayer de faire le lien entre l'étiologie et les signes neurologiques observés.

La **Figure 27** schématise l'organisation des différentes fibres dans la moelle spinale.



Coupe transversale de la moelle spinale

Figure 27 : Schématisation de la moelle spinale et de ses différentes fibres en coupe transversale.

Du fait d'une différence dans le calibre et le degré de myélinisation des axones neuronaux situés dans la substance blanche de la moelle spinale, la vitesse de conduction de l'information nerveuse est différente selon le type d'information convoyée : la vitesse de conduction des informations proprioceptives est très rapide, celle de l'information motrice moyenne, et celle de l'information nociceptive lente.

De ce fait, le moindre ralentissement de vitesse de conduction des fibres proprioceptives va donc pouvoir s'observer facilement. Ainsi, il suffit d'une lésion médullaire de faible degré d'intensité pour que des troubles proprioceptifs puissent être observés macroscopiquement. Il faudra une lésion médullaire plus sévère pour que l'impact sur la vitesse de conduction des fibres motrices (moyenne en temps normal)

puisse être observé cliniquement. Enfin, il faudra une lésion médullaire sévère pour que l'impact sur la vitesse de conduction de l'information nociceptive s'observe cliniquement.

Ainsi, lors d'une compression médullaire, la perte de fonction se fait généralement dans cet ordre :

1. Perte de la proprioception
2. Perte de la motricité
3. Perte de la nociception

Dans le cas de Caramel, étant donné la luxation vertébrale T10-T11 sévère, la moelle spinale doit être fortement comprimée à ce niveau-là (lésion médullaire sévère), d'où la perte de motricité des postérieurs (certainement associée à une perte de la proprioception des postérieurs même si elle était difficilement objectivable) et la perte de nociception au niveau des postérieurs.

En se référant à la **Figure 28**, comme la lésion se situe entre les vertèbres thoraciques 10 et 11, on est face à une atteinte de type motoneurone central (MNC). Or en temps normal, le MNC inhibe le motoneurone périphérique (MNP). Dans le cas de Caramel, le MNP n'est plus inhibé, ce qui explique que les réflexes médullaires soient normaux à augmentés (hyperréflexie).

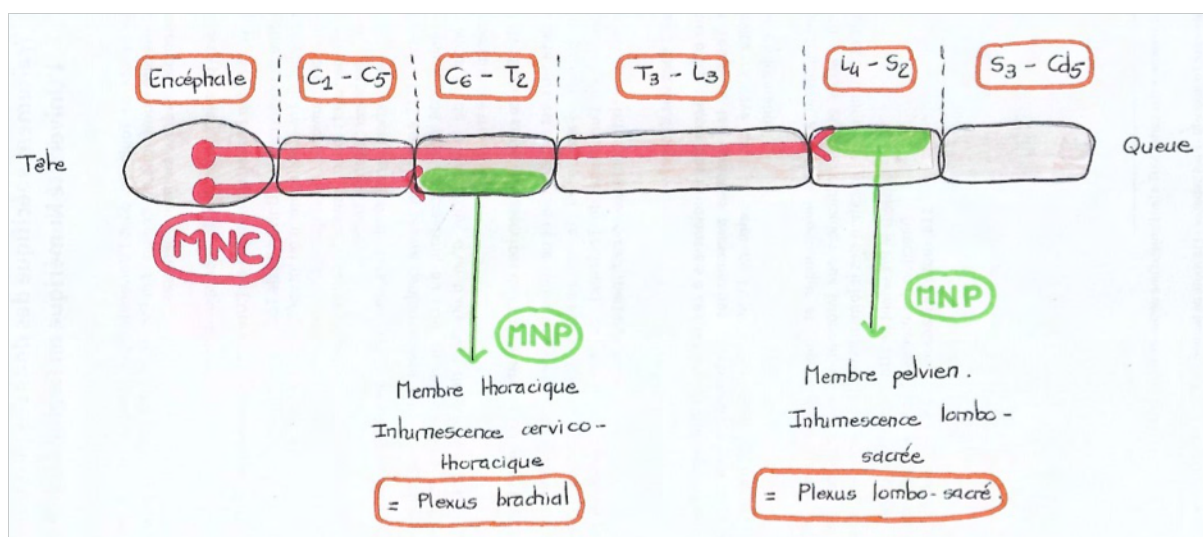


Figure 28 : Segmentation schématique de la moelle spinale.

Pour des raisons économiques, les propriétaires de Caramel ont décliné l'option chirurgicale. Au vu du stade clinique avancé de Caramel, de la sévérité de la fracture et du déplacement vertébral et du pronostic de récupération fonctionnelle très sombre sans prise en charge chirurgicale, une décision d'euthanasie a été prise.

- Discussion : focus sur les étiologies et les prises en charge des fractures/luxations vertébrales

Les fractures ou les luxations vertébrales représentent 6% des affections de la moelle spinale chez le Chat [40]. Les causes sont variées et comprennent essentiellement les traumatismes (accidents de la voie publique, chute depuis un immeuble, blessures par balle, morsures, etc ..) et les fractures pathologiques (disco-spondylite, spondylite, tumeur primaire ou métastases, hyperparathyroïdie) [41]. L'anamnèse et l'âge de l'animal permettent généralement au vétérinaire de s'orienter vers l'étiologie la plus probable. Par exemple, les chats victimes d'AVP sont généralement de jeunes individus, du fait de leur manque d'expérience et de méfiance vis-à-vis des voitures [38].

Selon une étude rétrospective sur les luxations et les fractures vertébrales comprenant 42 chats et 47 chiens [38], la région thoraco-lombaire (T3-L3) semble la plus touchée (chats : 49%, chiens : 58%), suivie de la région lombaire pour les chiens (39%) et de la région sacrée pour les chats (46%). Les chiens présentent essentiellement des luxations vertébrales (20% contre 6% pour les chats) alors que les chats présentent généralement une fracture et une luxation à la fois (65% contre 37% chez les chiens).

Les traitements conservateur et chirurgical sont deux prises en charge envisageables lors d'une luxation/fracture vertébrale.

Le traitement conservateur consiste à immobiliser l'animal en le maintenant strictement en cage. Pour les chiens, seules de courtes sorties hygiéniques en laisse sont autorisées. Il peut être suffisant lors de déplacements peu importants ou en l'absence de déficits neurologiques. La gestion de la douleur est primordiale pour assurer le confort et le bien-être de l'animal (ex : utilisation d'opioïdes). Si l'animal n'arrive pas à uriner seul, la vidange de la vessie doit être assurée par taxis externe ou par la mise en place d'une sonde urinaire à demeure. Des séances de

physiothérapie doivent être initiées le plus rapidement possible afin de mobiliser les membres et d'éviter une ankylose et une atrophie musculaire précoce. Un animal en décubitus doit avoir un couchage épais et sec et doit être retourné toutes les quatre heures afin de limiter la formation d'escarres ou l'atélectasie pulmonaire.

Les critères en faveur d'une chirurgie sont l'instabilité vertébrale et la présence de déficits neurologiques importants, ou encore l'absence d'amélioration voire la détérioration des signes cliniques suite à la mise en place du traitement conservateur. La méthode actuellement utilisée pour évaluer si une fracture est stable ou instable est celle dite des « trois compartiments » [Figure 30]. Le compartiment dorsal est constitué de la lame vertébrale, des processus épineux et des ligaments associés. Le compartiment moyen comprend le ligament longitudinal dorsal et la partie dorsale du corps vertébral. Enfin le compartiment ventral inclut le ligament longitudinal ventral et la partie ventrale du corps vertébral. Lorsque deux des trois compartiments sont atteints, la fracture est qualifiée d'instable.

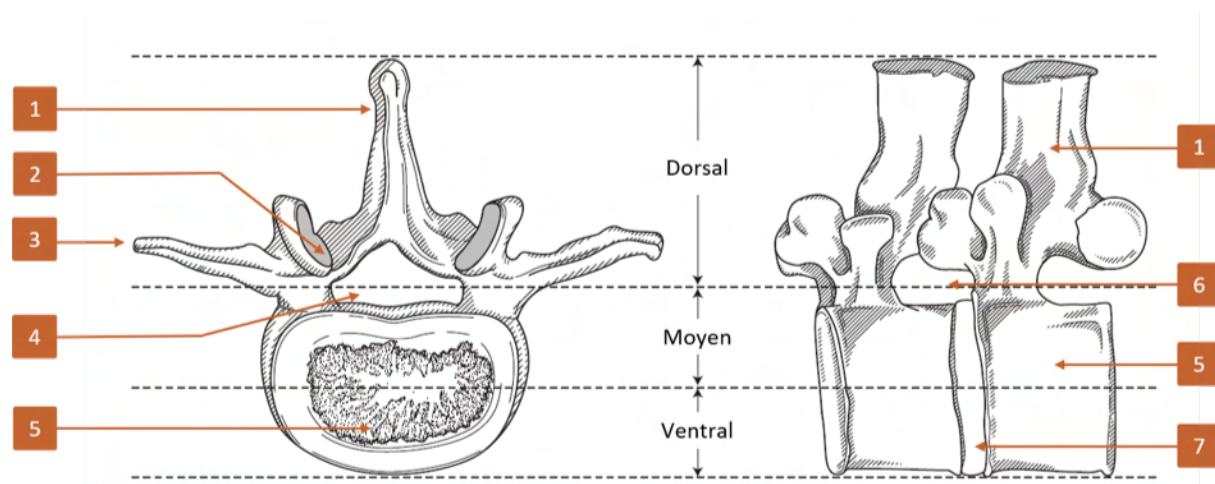


Figure 30 : Méthode des « trois compartiments » permettant de juger de la stabilité d'une fracture vertébrale. Image adaptée à partir de [41] [42].

[1] : processus épineux, [2] : facette articulaire, [3] : processus transverse, [4] : canal vertébral, [5] : corps vertébral, [6] : foramen intervertébral, [7] : disque intervertébral.

Il est évident qu'un animal polytraumatisé doit être stabilisé avant d'être anesthésié pour sa chirurgie. Les techniques chirurgicales sont nombreuses et visent à décompresser la moelle spinale, réduire la fracture et/ou la luxation et stabiliser l'articulation (à l'aide de broches, de plaques et de vis par exemple). La technique réalisée dépend de la localisation de la lésion mais également des préférences du

chirurgical [41] [42]. La **Figure 31** montre une méthode utilisable pour réduire et stabiliser une fracture/luxation T12-T13 à l'aide de plaques et de vis au niveau des processus épineux et des corps vertébraux.

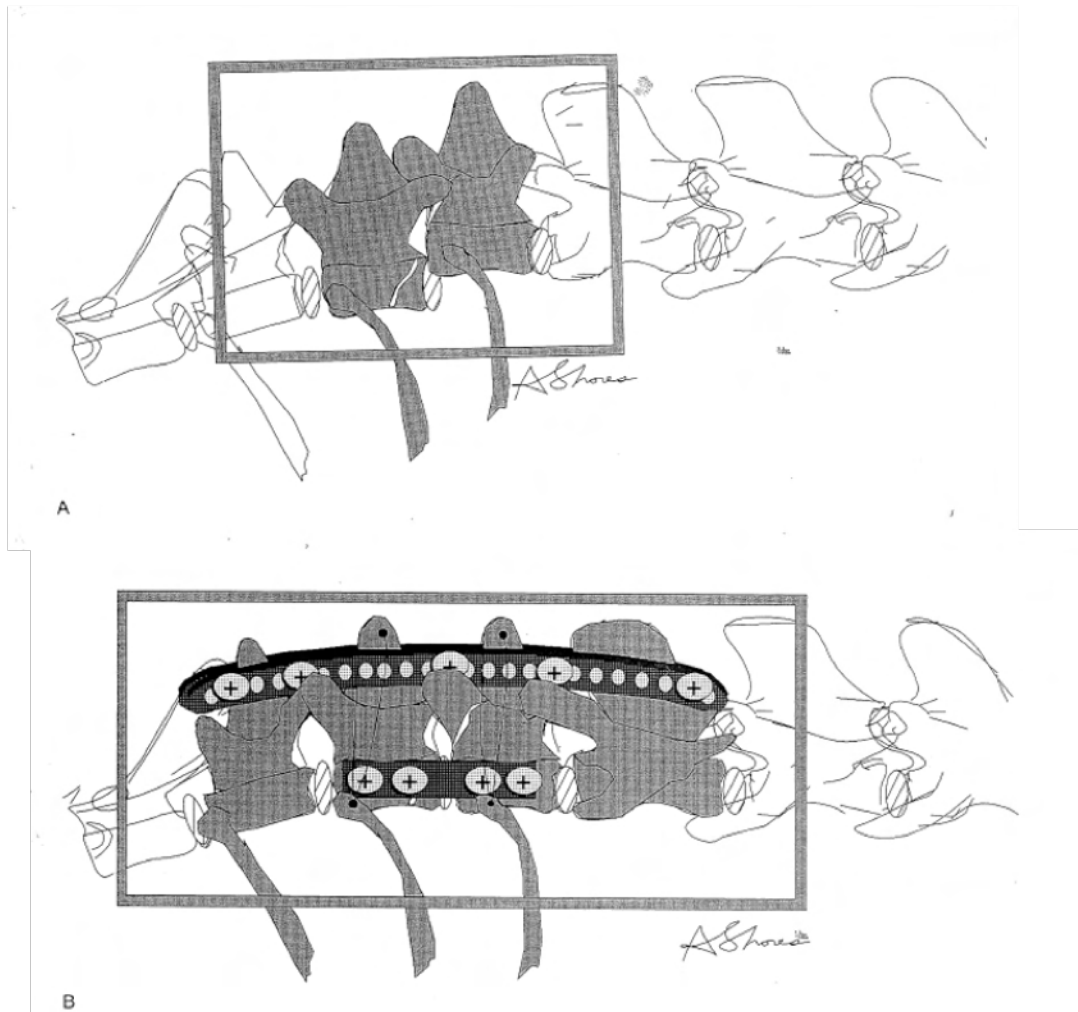


Figure 31 : Exemple de gestion chirurgicale lors d'une fracture/luxation vertébrale. (A) Fracture/luxation T12-T13. (B) Mise en place de plaques et de vis au niveau des processus épineux et des corps vertébraux). D'après [42].

Selon R.S. Bagley [43], un animal ne présentant pas de nociception a un pronostic de récupération fonctionnelle inférieur à 50%. Si l'animal présente en plus un déplacement vertébral sévère, comme ce fut le cas pour Caramel, ses chances de remarcher un jour sont quasiment nulles.

Le post-opératoire est souvent lourd et contraignant (cageothérapie⁴, physiothérapie, rééducation) et de nombreuses complications sont possibles (douleur, instabilité vertébrale entraînant des récives, surinfections, ...). En médecine humaine, la récupération fonctionnelle suite à une lésion de la moelle spinale est souvent longue (un an voire plus). Cette récupération semble plus rapide chez les animaux, avec une moyenne de trois mois suite à l'apparition de la lésion. Selon Jeffery, les patients plus sévèrement atteints ne montrent généralement pas d'amélioration fonctionnelle avant trois semaines : il ne faut donc pas euthanasier ces animaux trop précocement et faire preuve de patience [41].

A titre d'exemple, K. Valiei et R. Beheshti ont rapporté en 2012 un cas se rapprochant de celui de Caramel [44]. Il s'agissait d'un chat européen mâle entier de 1 an présentant une luxation vertébrale en L2 suite à une chute du huitième étage. Il présentait un stade 5A à l'admission. Une décision chirurgicale a été prise. Une laminectomie a été réalisée afin de réduire la pression sur la moelle spinale. La luxation a été réduite et l'articulation stabilisée à l'aide de plaques et de vis. Une antibiothérapie et une corticothérapie ont été mises en place suite à l'intervention. Des séances de physiothérapie et de rééducation ont été initiées rapidement. Aucune complication n'a été observée. L'animal a présenté une récupération fonctionnelle complète sept mois après la chirurgie.

En conclusion, les luxations/fractures sont des affections fréquemment rencontrées chez les carnivores domestiques. Le choix du traitement (conservateur ou chirurgical) est basé à la fois sur le stade clinique de l'animal, la sévérité de la fracture/luxation vertébrale et le pronostic de récupération fonctionnelle. Le confort et le bien-être de l'animal doivent être assurés pendant toute la phase de convalescence (gestion de la douleur, gestion de la miction, physiothérapie, etc ...) qui est souvent longue et contraignante.

⁴ **Cageothérapie** : fait de garder un animal dans un lieu restreint (cage, parc...) le temps de sa convalescence.

C. Limites et perspectives du projet

Ces cas ont été élaborés afin de mettre en place un complément d'enseignement actif et de fournir un outil interactif aux étudiants afin qu'ils puissent développer leur raisonnement clinique à leur rythme. Ce projet a vocation à perdurer à long terme et à évoluer. Il présente cependant quelques limites.

1. Limites

a) Longueur et niveau des cas

Les cas étant relativement longs, cela peut décourager certains étudiants à aller jusqu'au bout. Par ailleurs, les questions sont les mêmes pour tous les étudiants alors qu'il faudrait idéalement créer différents niveaux de difficultés. Les étudiants les plus expérimentés devraient être moins guidés au cours de la résolution du cas, en ayant moins de questions intermédiaires. Il est donc envisageable de supprimer certaines questions (notamment théoriques) afin de rendre la résolution du cas moins chronophage et fastidieuse pour l'étudiant.

b) Accompagnement des étudiants

Les questions à choix multiples, largement utilisées dans l'élaboration de ces tests, posent problème car elles guident fortement l'étudiant en lui proposant des réponses auxquelles ils n'auraient pas forcément pensé. Les réponses courtes permettent de pallier ce problème en jugeant plus objectivement les connaissances. Cependant, leur gestion avec Opale est complexe car les réponses données par l'étudiant doivent être reconnues mot pour mot par le logiciel.

c) Une plateforme non exhaustive

Ce projet est un complément à la formation initiale mais ne remplace en aucun cas les cours magistraux, les travaux dirigés et l'enseignement clinique qui permettent l'acquisition des connaissances théoriques et des gestes techniques fondamentaux

(pose de cathéter, ponction de LCS, ...). Les cas présentés ne reprennent qu'une infime partie des thématiques abordées en cours. L'objectif principal de ces cas est véritablement de permettre à l'étudiant d'acquérir une démarche diagnostique lors d'une consultation de neurologie canine et de proposer les examens complémentaires et les traitements adéquats.

d) Manque de recul sur l'utilisation du site et la progression des étudiants

Les cas ayant été finalisés récemment, ils n'ont pas pu être testés par les étudiants. Il faudrait songer à mettre en place une évaluation de cet outil, permettant aux étudiants de juger de la qualité et de l'intérêt de ces cas dans leur apprentissage. Il serait également intéressant de visualiser les progrès réalisés par les utilisateurs, de comparer les résultats d'examens sur plusieurs années afin de quantifier objectivement la progression acquise par les étudiants grâce à la plateforme.

2. Perspectives

a) Mises à jour et ajouts de nouveaux cas

La pérennité de la plateforme repose sur la mise à jour des informations avec l'avancée de la médecine vétérinaire ainsi que sur l'ajout régulier de nouveaux cas, afin de diversifier la base de données et de la rendre plus exhaustive et attractive.

Cette plateforme est pour le moment uniquement accessible aux étudiants de l'ENVT. Le développement vers les autres écoles vétérinaires françaises permettrait que cet outil soit utile au plus grand nombre mais également d'utiliser des cas cliniques issus de leurs consultations de neurologie respectives. Les étudiants auraient alors accès à une banque de cas plus complète et diversifiée.

Enfin, il serait intéressant d'étendre ces cas de neurologie canine à d'autres espèces.

b) Ajout de nouveaux contenus

Suite au questionnaire diffusé en ligne, les étudiants avaient formulé plusieurs demandes quant à leurs attentes pour la plateforme. Certaines de ces requêtes ont pu être réalisées (réalisation de l'examen neurologique, schémas illustrant les structures et trajets nerveux testés au cours de l'examen, etc) alors que d'autres sont restées en suspens.

Il pourrait ainsi être bénéfique par la suite de rajouter, comme le souhaitent les étudiants, des fiches théoriques sur différentes thématiques (réalisation d'une ponction de LCS, gestion des crises convulsives en urgence, conduite à tenir face à un Claude Bernard Horner, prédispositions raciales à certaines affections, etc) mais également des fiches techniques sur la gestion et la façon d'aborder le client.

Conclusion

La neurologie est une discipline souvent déroutante pour les étudiants, sans doute à cause de la quantité importante de connaissances à maîtriser avant d'aborder une consultation. Le travail de cette thèse a ainsi consisté en l'élaboration d'un outil entièrement dédié à la neurologie canine sur la plateforme pédagogique Moodle de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Cet outil propose un support illustré sur la réalisation de l'examen neurologique ainsi que quatre cas cliniques interactifs. Au travers de ces cas réalisés avec l'application Opale, l'étudiant découvre et assimile à son rythme le déroulement d'une consultation de neurologie de façon ludique et participative avant d'être confronté à des cas réels. Il apprend ainsi à s'approprier la démarche de neurolocalisation, à établir des hypothèses diagnostiques, proposer les examens complémentaires et à mettre en place un traitement adapté. Ces cas sont également propices aux révisions, puisqu'ils contiennent des rappels de neuroanatomie. Grâce aux questions et aux jeux proposés, l'étudiant devient acteur du déroulement du cas et ne se contente pas simplement de faire défiler les diapositives. Cette implication active de l'étudiant rend l'assimilation des connaissances plus aisée.

Cet outil se veut complémentaire des cours magistraux, travaux dirigés et rotations cliniques suivis au cours de la formation vétérinaire. Il permet aux enseignants d'avoir à la fois un suivi individualisé mais également une vue d'ensemble et ainsi d'identifier les points qui posent fréquemment problème aux étudiants.

La pérennité de ce projet repose sur l'ajout de nouveaux contenus, qu'il s'agisse de nouveaux cas cliniques ou de fiches théoriques et pratiques. Par ailleurs, certaines mises à jour devront potentiellement être apportées à l'avenir en fonction de l'évolution des connaissances et des pratiques en médecine vétérinaire.

Il pourrait être intéressant de développer ce genre de modules interactifs dans d'autres disciplines afin de créer un véritable hôpital virtuel pour l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse. Dans un souci d'uniformisation des formations au sein des écoles françaises, il pourrait même être envisageable de créer un hôpital virtuel commun aux quatre écoles, ce qui permettrait d'avoir accès à une banque de cas plus complète et diversifiée.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, DEVIERS Alexandra, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directrice de thèse, certifie avoir examiné la thèse de PLANES Pauline intitulée « MISE EN PLACE DE CAS CLINIQUES INTERACTIFS DE NEUROLOGIE SUR LA PLATEFORME MOODLE DE L'ENVT » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 11/05/2021
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Docteure Alexandra DEVIERS




Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
M. Pierre SANS



Vu : le 18/05/2021
La Présidente du jury
Professeure Isabelle BERRY

Faculté de Médecine Rangueil
Biophysique Médicale - CHU Rangueil
1, avenue Jean Poulhès - TSA 50032
31059 TOULOUSE Cedex



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université Paul
Sabatier
Monsieur Jean-Marc BROTO
Par délégation, le Doyen de la
faculté de Médecine de Toulouse-
Rangueil
Monsieur Elie SERRANO



Mme PLANES Pauline
a été admis(e) sur concours en : 2016
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 06/07/2020
a validé son année d'approfondissement le: 01/06/2021
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



Université
de Toulouse

Ecole nationale vétérinaire - 33, chemin des capelles - 31076 Toulouse Cedex 3 - France

Références

- [1] A. Woerner, « Mise en place de cas cliniques interactifs de neurologie sur le site Internet de l'ENVA », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2007.
- [2] A. Pasco, « Création d'un outil informatique pour l'apprentissage de la démarche diagnostique en neurologie vétérinaire », Thèse de médecine vétérinaire, Vetagro Sup, 2014.
- [3] E. Chabert, « Utilisation d'un nouvel outil pédagogique pour le cours d'urologie : création d'une banque de cas cliniques interactifs sur le réseau Intranet de l'ENVA », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2008.
- [4] C. Houdinet, « Création d'un outil pédagogique d'hématologie grâce à la plateforme d'apprentissage Moodle », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2018.
- [5] M. Lacourt et R. Langlois, « Création d'un nouvel outil pédagogique pour le cours de dermatologie : mise en place d'une banque de cas cliniques sur le site Internet de l'ENVA », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2004.
- [6] S. Barbaroux, « Atlas en ligne de cas cliniques de dermatologie des équidés à visée pédagogique », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2013.
- [7] D. Maquet et A. Bilmont, « Création sur réseau Internet d'une banque de sessions d'apprentissage en endocrinologie par mise en situation clinique virtuelle », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2006.
- [8] M. Milani, « Apprentissage de la démarche diagnostique en consultation de cardiologie féline à partir de cas illustrés à l'aide d'un outil informatique », Thèse de médecine vétérinaire, Vetagro Sup, 2010.
- [9] L. Aubry et L. Deprouw, « Création d'un nouvel outil pédagogique pour les cours de virologie : mise en place de cas cliniques sur le site Intranet de l'ENVA », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2009.
- [10] J. Ramade, « Elaboration d'outils d'apprentissage et d'auto-évaluation en ligne à partir de cas cliniques en reproduction bovine (Plate-forme d'enseignement en ligne de l'ENVA) », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2013.
- [11] P. Fabing, « Elaboration d'outil d'apprentissage et d'auto-évaluation en ligne à partir de cas cliniques en pathologie bovine sur la plate-forme d'enseignement en ligne de l'ENVA », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2015.
- [12] A.-L. Picart, « Développement d'un outil d'apprentissage de l'analyse d'un bilan de reproduction en élevage bovin laitier (Plate-forme d'enseignement en ligne de l'ENVA) », Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2012.
- [13] N. E. Love, R. W. Kramer, G. J. Spodnick, et D. E. Thrall, « Radiographic and Computed Tomographic Evaluation of Otitis Media in the Dog », *Veterinary Radiology & Ultrasound*, vol. 36, n° 5, p. 375-379, 1995.

- [14] S. Kneissl, A. Probst, et M. Konar, « Low-field magnetic resonance imaging of the canine middle and inner ear », *Vet Radiol Ultrasound*, vol. 45, n° 6, p. 520-522, déc. 2004.
- [15] B. K. Sturges *et al.*, « Clinical signs, magnetic resonance imaging features, and outcome after surgical and medical treatment of otogenic intracranial infection in 11 cats and 4 dogs », *J Vet Intern Med*, vol. 20, n° 3, p. 648-656, juin 2006.
- [16] L. G. Griffiths, M. Sullivan, T. O'Neill, et S. W. J. Reid, « Ultrasonography versus radiography for detection of fluid in the canine tympanic bulla », *Vet Radiol Ultrasound*, vol. 44, n° 2, p. 210-213, avr. 2003.
- [17] C. Dewey et R. Da Costa, *Practical Guide to Canine and Feline Neurology*, 3rd éd. 2015.
- [18] H. Brissot, B. Bouvy, et L. Cauzinille, « Syndrome vestibulaire dû à une otite interne », *Le Point Vétérinaire*, n° 248, p. 64-68, sept. 2004.
- [19] W. Stern-Bertholtz, L. Sjöström, et N. Håkanson, « Primary secretory otitis media in the Cavalier King Charles spaniel: A review of 61 cases », *The Journal of small animal practice*, vol. 44, p. 253-6, juill. 2003.
- [20] D. Lu, C. R. Lamb, D. U. Pfeiffer, et M. P. Targett, « Neurological signs and results of magnetic resonance imaging in 40 cavalier King Charles spaniels with Chiari type 1-like malformations », *Vet Rec*, vol. 153, n° 9, p. 260-263, août 2003.
- [21] L. K. Cole, « Primary Secretory Otitis Media in Cavalier King Charles Spaniels », *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, vol. 42, n° 6, p. 1137-1142, nov. 201.
- [22] L. K. Cole, V. F. Samii, S. O. Wagner, et P. J. Rajala-Schultz, « Diagnosis of primary secretory otitis media in the cavalier King Charles spaniel », *Vet Dermatol*, vol. 26, n° 6, p. 459-466, e106-107, déc. 2015.
- [23] T. R. Harcourt-Brown, J. E. Parker, N. Granger, et N. D. Jeffery, « Effect of middle ear effusion on the brain-stem auditory evoked response of Cavalier King Charles Spaniels », *Vet J*, vol. 188, n° 3, p. 341-345, juin 2011.
- [24] C. L. Cox, R. W. T. Slack, et G. J. Cox, « Insertion of a transtympanic ventilation tube for the treatment of otitis media with effusion », *Journal of Small Animal Practice*, vol. 30, n° 9, p. 517-519, 1989.
- [25] G. S. Corfield, A. K. Burrows, P. Imani, et S. L. Bryden, « The method of application and short term results of tympanostomy tubes for the treatment of primary secretory otitis media in three Cavalier King Charles Spaniel dogs », *Aust Vet J*, vol. 86, n° 3, p. 88-94, mars 2008.
- [26] A. De Lahunta, E. Glass, et M. Kent, *Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology*, 4th éd. 2014.
- [27] P. Moissonnier, C. Escriou, S. Blot, et F. Delisle, « Traitement des hydrocéphalies canines par mise en place d'une valve de dérivation ventriculo-péritonéale », *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, p. 161, janv. 2000.
- [28] J. A. Giacinti, « Ventriculoperitoneal shunt for treatment of hydrocephalus in a French bulldog puppy », *Can Vet J*, vol. 57, n° 3, p. 309-312, mars 2016.
- [29] G. Gradner, R. Kaefinger, et G. Dupré, « Complications associated with ventriculoperitoneal shunts in dogs and cats with idiopathic hydrocephalus: A systematic review », *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 33, n° 2, p. 403-412, 2019.
- [30] B. Ratilal, J. Costa, et C. Sampaio, « Antibiotic prophylaxis for surgical introduction of intracranial ventricular shunts: a systematic review », *J Neurosurg Pediatr*, vol. 1, n° 1, p. 48-56, janv. 2008.

- [31] J. M. Langley, J. C. LeBlanc, J. Drake, et R. Milner, « Efficacy of antimicrobial prophylaxis in placement of cerebrospinal fluid shunts: meta-analysis », *Clin Infect Dis*, vol. 17, n° 1, p. 98-103, juill. 1993.
- [32] M. Biel *et al.*, « Outcome of ventriculoperitoneal shunt implantation for treatment of congenital internal hydrocephalus in dogs and cats: 36 cases (2001-2009) », *J Am Vet Med Assoc*, vol. 242, n° 7, p. 948-958, avr. 2013.
- [33] C. Musso, K. Le Boedec, E. Gomes, et L. Cauzinille, « Diagnostic Values of Clinical and Magnetic Resonance Findings in Presumptive Trigeminal Neuropathy: 49 Dogs », *J Am Anim Hosp Assoc*, vol. 56, n° 2, p. 106-113, avr. 2020.
- [34] S. Platt et N. Olby, *BSAVA Manual of Canine and Feline Neurology*, 4th éd. 2013.
- [35] R. S. Bagley *et al.*, « Clinical features of trigeminal nerve-sheath tumor in 10 dogs », *J Am Anim Hosp Assoc*, vol. 34, n° 1, p. 19-25, févr. 1998.
- [36] K. S. Hansen, A. L. Zwingenberger, A. P. Théon, I. Pfeiffer, et M. S. Kent, « Treatment of MRI-Diagnosed Trigeminal Peripheral Nerve Sheath Tumors by Stereotactic Radiotherapy in Dogs », *J Vet Intern Med*, vol. 30, n° 4, p. 1112-1120, juill. 2016.
- [37] J. Kinns *et al.*, « Radiographic sensitivity and negative predictive value for acute canine spinal trauma », *Vet Radiol Ultrasound*, vol. 47, n° 6, p. 563-570, nov. 2006.
- [38] M. S. Bali, J. Lang, A. Jaggy, D. Spreng, M. G. Doherr, et F. Forterre, « Comparative study of vertebral fractures and luxations in dogs and cats », *Vet Comp Orthop Traumatol*, vol. 22, n° 1, p. 47-53, 2009.
- [39] F. D.a et O. J.e, « Blunt spinal trauma in the dog and cat: insight into radiographic lesions. », *Journal American Animal Hospital Association*, 1980, Consulté le: juin 11, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19820738580>
- [40] K. Marioni-Henry, C. H. Vite, A. L. Newton, et T. J. Van Winkle, « Prevalence of diseases of the spinal cord of cats », *J Vet Intern Med*, vol. 18, n° 6, p. 851-858, déc. 2004.
- [41] N. D. Jeffery, « Vertebral fracture and luxation in small animals », *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, vol. 40, n° 5, p. 809-828, sept. 2010.
- [42] A. Shores, « Spinal trauma. Pathophysiology and management of traumatic spinal injuries », *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, vol. 22, n° 4, p. 859-888, juill. 1992.
- [43] R. S. Bagley, « Spinal fracture or luxation », *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, vol. 30, n° 1, p. 133-153, vi-vii, janv. 2000.
- [44] K. Valiei et R. Beheshti, « Treatment of Spinal Luxation in Cat », *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 7, p. 100-104, janv. 2012.

Annexes

Annexe 1 : Enquête sur les connaissances et le ressenti des étudiants vétérinaires face à une consultation de neurologie canine (logiciel Google Form).

Questionnaire préalable à la thèse « Mise en place de cas cliniques interactifs de neurologie canine en ligne »

Questions Réponses 350

Mes objectifs seraient :

- De faire des rappels théoriques sur les notions abordées en cours (anatomie et médecine interne)
- De créer des fiches pratiques pour réaliser des examens neurologiques (comment décrire ce que l'on voit = lexique, comment réaliser chacun des examens, le tout avec un maximum d'illustrations)
- Créer une banque de données répertoriant un maximum de cas cliniques de neurologie

Les cas cliniques seront interactifs sous forme de QCM ou de photos à légender et illustrés par des vidéos.

Les cas s'organiseraient de la manière suivante :

- Anamnèse/commmémoratifs
- Examen à distance et examen rapproché sous forme de vidéos : est-ce neurologique ? Liste des anomalies ?
- Si c'est neurologique : neurolocalisation ?
- Diagnostic différentiel hiérarchisé et examens complémentaires à réaliser pour confirmer ou infirmer nos hypothèses (si possible : illustrations des résultats)
- Traitement proposé et pronostic

A la fin du QCM, un résumé sera proposé avec notamment des informations sur l'affection diagnostiquée
Ex : Fiche sur la PIF (prévalence, épidémiologie, signes cliniques, examens complémentaires, traitement, ...)

Adresse e-mail *

Adresse e-mail valide

Ce formulaire collecte les adresses e-mail. [Modifier les paramètres](#)

Ecole vétérinaire actuelle :

☐ ENVT

☐ ENVL

☐ ENVN

☐ ENVA

☐ Autre...

Année scolaire actuelle : *

☐ Première année

☐ Deuxième année

☐ Troisième année

☐ Quatrième année

☐ Cinquième année

☐ Interne

Pour toutes les promotions :

Description (facultative)

...

Pour chaque test utilisé lors de l'examen neurologique listé ci-dessous, savez-vous quels sont les structures et trajets nerveux testés ainsi que la réponse attendue ? (Veuillez cocher les tests que vous maîtrisez) *

- ☐ Réflexe palpébral ?
- ☐ Réponse de clignement à la menace ?
- ☐ Réflexes photomoteurs ?
- ☐ Réflexe oculocéphalique ?
- ☐ Sensibilité de la muqueuse nasale ?
- ☐ Réactions posturales ?
- ☐ Réflexe de flexion ?
- ☐ Réflexe patellaire ?
- ☐ Réflexe extenseur radial du carpe ?
- ☐ Réflexe tricipital ?
- ☐ Réflexe bicipital ?
- ☐ Réflexe gastrocnémien ?
- ☐ Réflexe panniculaire ?
- ☐ Réflexe péri-anal ?

Pour les troisièmes années et + :

Notation de 1 à 4 : 1 = non acquis, en cours d'acquisition (maîtrise fragile = 2, maîtrise satisfaisante = 3), 4 = acquis.

Lors d'une consultation en neurologie, savez-vous procéder au recueil de données relatives à l'anamnèse et aux commémoratifs (ex : durée et fréquence des crises, etc) ?

- ☐ 1 = non acquis
- ☐ 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile
- ☐ 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante
- ☐ 4 = acquis

Êtes-vous capable de faire le lien entre les anomalies observées à l'examen neurologique et l'anatomie du système nerveux (démarche de neurolocalisation) ?

- ☐ 1 = non acquis
- ☐ 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile
- ☐ 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante
- ☐ 4 = acquis

Êtes-vous capable d'établir des hypothèses diagnostiques en fonction de ce que vous obtenez à l'examen neurologique ?

- ☐ 1 = non acquis
- ☐ 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile
- ☐ 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante
- ☐ 4 = acquis

Êtes-vous capable de proposer les examens complémentaires adaptés à ce que vous observez lors de la consultation de neurologie ?

- ☐ 1 = non acquis
- ☐ 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile
- ☐ 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante
- ☐ 4 = acquis

De manière générale, êtes-vous confiant lorsque vous abordez une consultation de neurologie ? Autrement dit, avez-vous la sensation de maîtriser les notions de base de neurologie et d'anatomie en arrivant en clinique ?

- ☐ 1 = non acquis
- ☐ 2 = en cours d'acquisition, maîtrise fragile
- ☐ 3 = en cours d'acquisition, maîtrise satisfaisante
- ☐ 4 = acquis

Trouveriez-vous cela utile d'avoir des fiches pratiques (quelles questions poser lors de la consultation, comment réaliser un examen neurologique, ...) ainsi que des cas cliniques interactifs à disposition avant d'entrer en clinique ?

- ☐ Non favorable
- ☐ Plutôt favorable
- ☐ Très favorable

Pour toutes les promotions :

Description (facultative)

Qu'est-ce que vous aimeriez trouver dans ce module pédagogique de neurologie canine ? *

Réponse longue

Annexe 2 : Livres de référence utilisés lors de la conception du support sur la réalisation d'un examen neurologique.



Toulouse, 2021

NOM Prénom : PLANES Pauline

TITRE : Mise en place de cas cliniques interactifs de neurologie sur la plateforme Moodle de l'ENVT

RÉSUMÉ : L'enseignement de neurologie canine à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse (ENVT) se fait sous forme de cours magistraux, de travaux dirigés et de rotations cliniques. Une enquête menée auprès de 350 étudiants vétérinaires français a mis en évidence leur manque de confiance lors d'une consultation de neurologie, bien qu'ils possèdent normalement les connaissances théoriques nécessaires. Les résultats de cette enquête soulignent la nécessité de trouver de nouvelles stratégies pédagogiques afin de mieux accompagner l'étudiant dans sa transition entre théorie et mise en pratique. Dans ce contexte, le présent travail de thèse a eu pour but de créer un outil de mise en application des connaissances de neurologie sous la forme de quatre cas cliniques interactifs et ludiques en libre accès sur la plateforme Moodle de l'ENVT. Ce manuscrit présente les raisons ayant conduit à l'élaboration d'une telle plateforme, sa conception, son contenu ainsi que ses limites et ses perspectives de développement.

MOTS CLÉS : Enseignement vétérinaire - Neurologie - Neuro-Anatomie - Pédagogie - Cas clinique – ENVT - Moodle - E-learning

TITLE : Implementation of neurological interactive clinical cases on the ENVT's Moodle platform

ABSTRACT : Canine neurology is taught to students of the National Veterinary School of Toulouse (ENVT) through lectures, tutorials and clinical rotations. A survey including 350 French veterinary students revealed their lack of confidence during a neurological consultation, despite the fact that they normally have the necessary theoretical knowledge. The results of this survey highlight the need to find new pedagogical strategies to provide better support to the student in his transition from theory to practice. In this context, the aim of this thesis was to create a tool for applying neurological knowledge through four interactive and entertaining clinical cases freely available on the ENVT's Moodle platform. This manuscript presents the reasons that have led to the development of such a platform, its design, its content but also its limitations and its development prospects.

KEYWORDS : Veterinary education - Neurology - Neuro-Anatomy - Pedagogy - Clinical case - ENVT - Moodle - E-learning